Processi di Riciclo e linee guida per l'upcycling dei materiali organici

Processi di riciclo e linee guida per l'upcycling dei materiali organici

Politecnico di Torino

Corso di laurea triennale in
Design e comunicazione

A.a. 2022/2023

Candidata
Eugenia Lancellotti

Relatore
Fabrizio Valpreda

Politecnico di Torino

Indice

Introduzione **7**

01. Dati sulla produzione e raccolta dei rifiuti organici urbani **8**
Quadro europeo 10
Produzione e raccolta dei rifiuti in Italia 14
Produzione dei rifiuti urbani in Italia 15
Raccolta dei rifiuti urbani in Italia 17
Frazione organica 20
Frazione cellulosica 22
Legno 24
Tessuti 26

02. Recycle & Upcycle **28**

03. I Materiali **32**
La carta 34
Processo di riciclo della carta 36
Il legno 42
Processo di riciclo del legno 44
I tessuti organici 46
Processo di riciclo dei tessuti organici 52
Scarti agroalimentari e frazione verde 54
Processo di riciclo degli scarti agroalimentari e della frazione verde 56

04. Casi studio **58**

05. Caso studio FAVINI **124**
Paper from our Echosystem 128

06. Conclusioni dello scenario e dei casi studio **144**

07. Linee Guida **150**

Conclusioni **160**

Sitografia **162**

"Lo sviluppo sostenibile è un processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali."

Rapporto Brundtland, 1987

Introduzione

Da secoli siamo abituati a un modello lineare di produzione, che però non risponde più ai nostri bisogni. Negli ultimi decenni questo modello di produzione è stato messo in discussione e si è preferito un approccio circolare piuttosto che lineare, un modello definito "cradle to cradle" (dalla culla alla culla), ovvero senza scarti.
Ma cosa comporta un modello produttivo di questo tipo? In primis la durabilità dei materiali e dei prodotti, ma anche il recupero di questi ultimi e la loro reimmissione nel ciclo produttivo. Tuttavia, con un processo di questo tipo non sempre si riesce a valorizzare uno scarto, ma al contrario gli si toglie valore e proprio per questo sentiamo spesso parlare di downcycling.

Questa tesi vuole mettere a confronto i classici processi di riciclo di quattro materiali organici (carta, legno, tessuti organici e scarti agroalimentari) e alcuni esempi di recupero e valorizzazione degli stessi materiali, con l'obiettivo di fornire linee guida progettuali per una progettazione circolare volta alla valorizzazione degli scarti organici.

Nella prima parte della tesi è stato esplorato lo stato dell'arte per quanto riguarda la produzione e la raccolta di rifiuti in Europa e in Italia. Una volta definiti i vari processi di riciclo dei quattro materiali, sono stati analizzati i casi studio di Upcycling, selezionati per ogni materiale studiato.
In seguito all'analisi dello scenario, si è arrivati alla stesura di sei linee guida progettuali utili per una progettazione in cui gli scarti utilizzati vengano valorizzati.

01

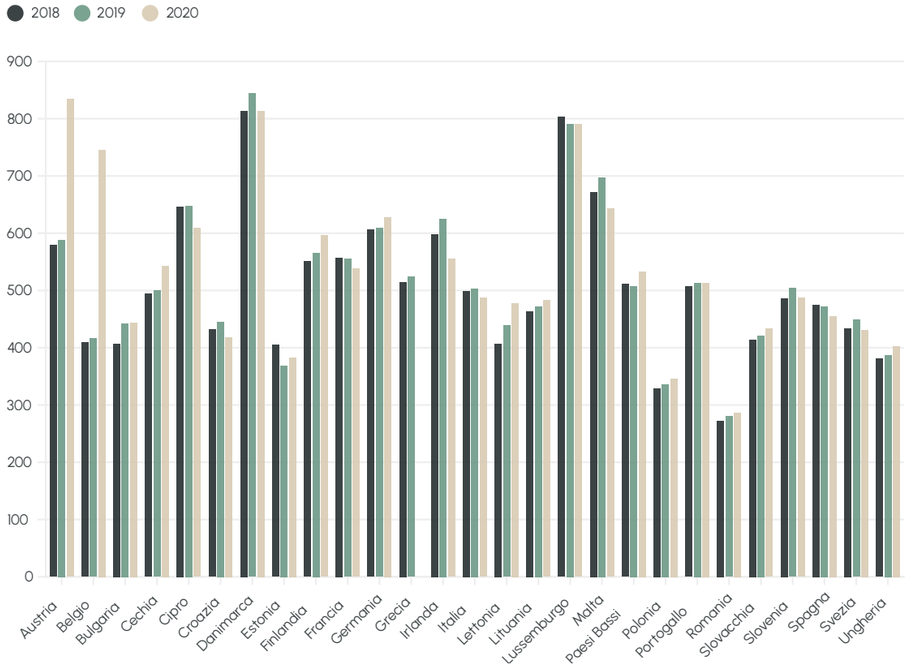
Dati sulla produzione e raccolta dei rifiuti urbani

Quadro europeo al 2020

In Europa, rispetto al 2019, si è registrato un incremento del 2,6% della produzione di rifiuti urbani che, tradotto in cifre, significa da 225,3 milioni di tonnellate a circa 231, 3 milioni di tonnellate. Per l'Italia in particolare si è registrato un incremento del 3,5% rispetto al 2019; mentre per la Germania (Stato europeo che viene preso come paragone perché simile all'Italia per popolazione e superficie) si è registrato un aumento importante che ammonta a 1,6 tonnellate in più rispetto all'anno prima.

Analizzando, invece, i dati pro-capite del triennio 2018-2020 si osserva nel grafico riportato di seguito, che l'andamento è in crescita, passando da 500 kg/ab a 517 kg/ab. Tuttavia, i valori pro-capite variano significativamente da Paese a Paese.

Figura 1.1 – Produzione pro-capite (kg/ab) di RU nei Paesi Europei, anni 2018-2020

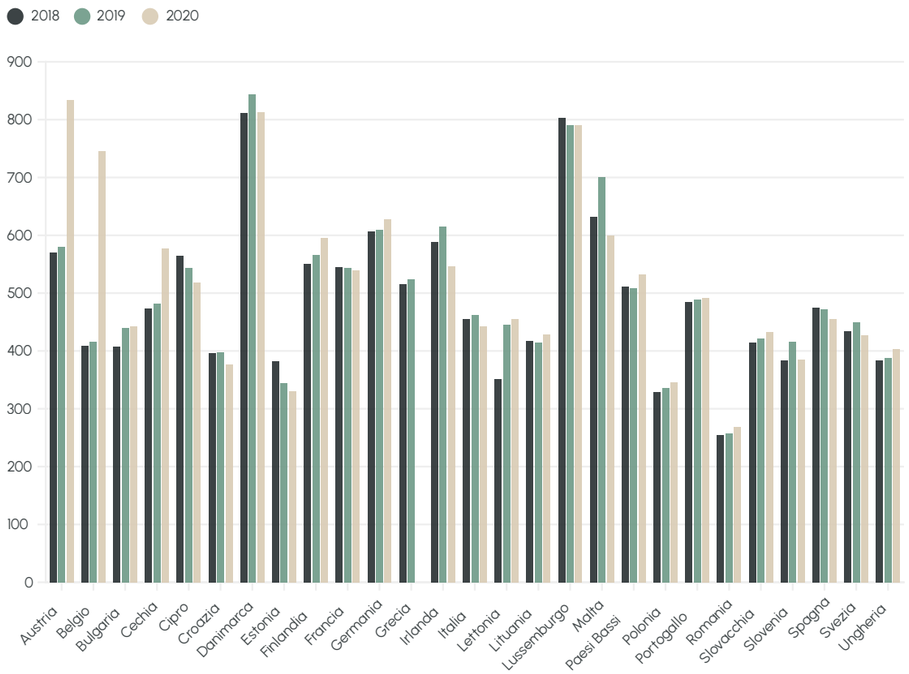


Per quanto riguarda, invece, il trattamento dei rifiuti urbani, nel 2020 si sono registrate circa 228 milioni di tonnellate, che rappresenta un dato in aumento del 3,3% rispetto all'anno precedente.

Rispetto al 2019 la Germania registra un aumento del 3,1%, che corrisponde a +1,6 milioni tonnellate, mentre l'Italia registra una decrescita pari al 4,7%, che corrisponde a -1,3 milioni di tonnellate.

Rispetto ai dati pro-capite, si può osservare, nel grafico seguente, un aumento del 3,2% tra il 2019 e il 2020. Tuttavia, l'Italia registra un decremento del 4,1% dei rifiuti urbani pro-capite trattati.

Figura 1.2 – Quantità pro-capite (kg/ab) di RU trattati nei Paesi Europei, anni 2018-2020



Per quanto riguarda le tipologie di trattamento, i Paesi del nord Europa ricorrono maggiormente ad incenerimento con recupero energetico; per esempio, i Paesi Bassi registrano un 41%, mentre la Svezia un 61%. L'incenerimento senza recupero energetico non è diffuso, mentre lo smaltimento in discarica arriva a superare il 60% in Paesi come Malta, Cipro, Romania, Croazia e Bulgaria.

Invece, Paesi come Germania, Belgio, Austria, Lituania, Lussemburgo, Italia e Paesi Bassi vanno dal 21% al 29% di avviamento al compostaggio e digestione anaerobica. Per quanto riguarda il riciclaggio solo 9 Paesi su 27 superano il 30%, tra questi si possono trovare Slovenia (57%), Germania (48%) e Italia (30,4%).

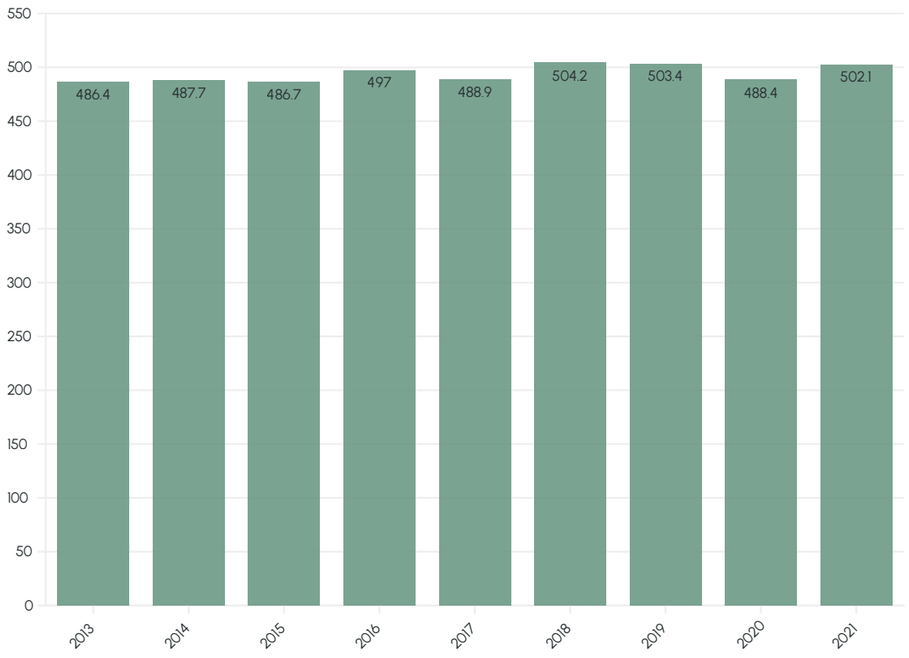
Produzione e raccolta dei rifiuti in Italia

Produzione dei rifiuti urbani in Italia

Nel 2021 in Italia sono state registrate 29,6 milioni di tonnellate di rifiuti urbani prodotti, dato in aumento rispetto all'anno precedente. Tale aumento è influenzato anche dalla ripresa economica dopo il primo anno di pandemia da Covid 19 che ha influito negativamente sulla produzione di beni e, di conseguenza, sul consumo da parte delle famiglie. Per quanto riguarda la produzione di rifiuti urbani pro-capite, nel 2021, si registrano 502 kg/ab, dato che si riavvicina a quelli registrati prima della pandemia, con un aumento pari al 2,8% rispetto all'anno precedente, ovvero il 2020.

Come si può vedere nel grafico che segue, dal 2013 la produzione di rifiuti urbani pro-capite non ha mai superato i 500 kg/ab, ad esclusione del 2018, 2019 e 2021.

Figura 1.3 – Andamento della produzione pro-capite (kg/ab) di RU, anni 2013-2021



Osservando più nel dettaglio la produzione di rifiuti urbani per macroarea geografica, si può notare come ci sia stato un incremento significativo, pari al 2,9%, nelle regioni meridionali, seguite da quelle del centro con un incremento del 2,5% e da quelle settentrionali con un incremento dell'1,9%. Tuttavia, traducendo i dati in tonnellate, le regioni del Nord risultano produrre più rifiuti rispetto al resto d'Italia, ovvero 14,2 milioni di tonnellate, mentre il Centro 6,3 milioni di tonnellate e il Sud 9,1 milioni di tonnellate.

Per quanto riguarda la produzione pro-capite, al Centro si registrano 538 kg/ab, al Nord 517 kg/ab, mentre al Sud 461 kg/ab.

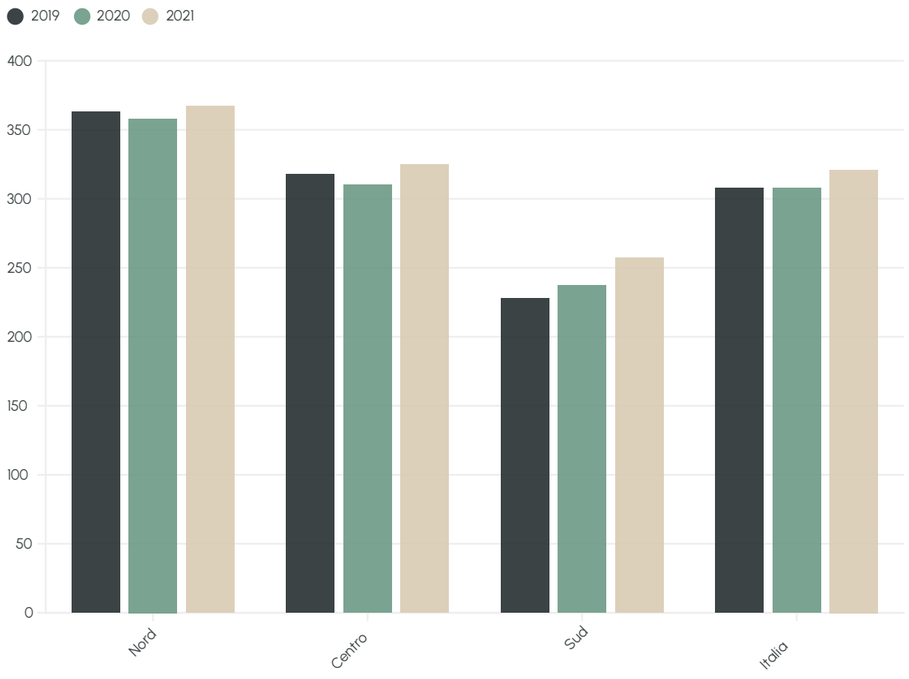
Raccolta dei rifiuti urbani in Italia

Nel 2021 si è registrata una percentuale pari al 64% di raccolta differenziata rispetto ai rifiuti prodotti, in crescita di un punto percentuale rispetto all'anno precedente.

Nelle regioni settentrionali, si registra una raccolta di 10,1 milioni di tonnellate di rifiuti, mentre al Centro di 3,8 milioni di tonnellate e nelle regioni meridionali di quasi 5,1 milioni di tonnellate. In termini percentuali si osserva una crescita in tutte le macroaree geografiche rispetto all'anno precedente: al Sud l'aumento è pari a 2,1 punti percentuali, al Centro è pari a 1,2 punti percentuali e al Nord è pari a 0,2 punti percentuali.

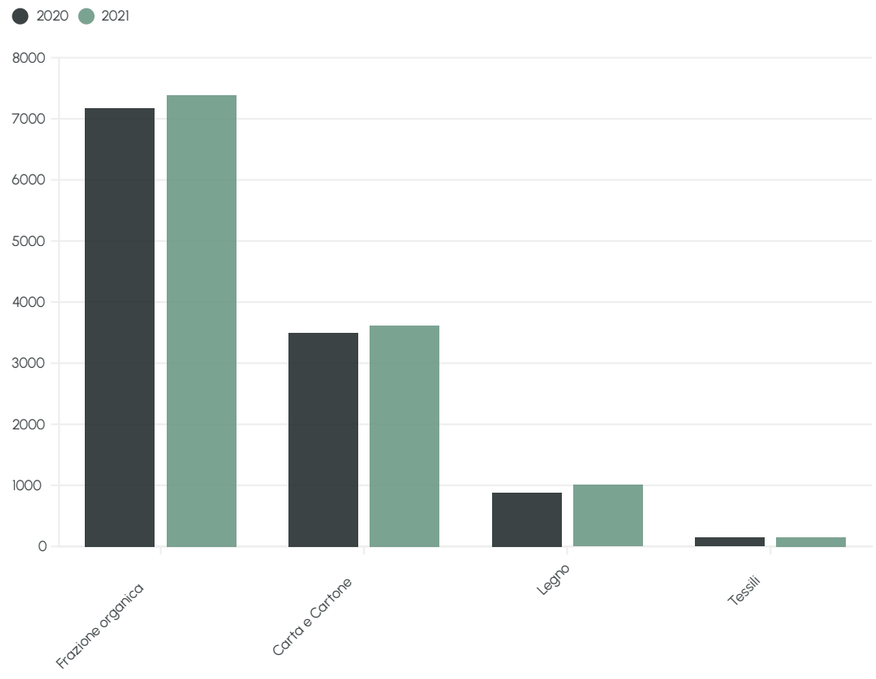
Per quanto riguarda la raccolta pro-capite, si registra una media nazionale di 321 kg/ab; al Nord si raggiungono i 367 kg/ab (con un aumento di 9 kg/ab rispetto al 2020), nelle regioni centrali i 325 kg/ab (con un aumento di 15 kg/ab rispetto all'anno precedente) e al Sud 257 kg/ab (con un aumento di 20 kg/ab rispetto all'anno precedente).

Figura 1.4 – Raccolta differenziata pro-capite (kg/ab) degli RU per macroarea geografica, anni 2019-2021



In relazione alle singole frazioni merceologiche, come si può vedere nel grafico che segue, nel 2021 la raccolta della frazione organica è pari a 7,4 milioni di tonnellate (con un incremento del 3% rispetto all'anno precedente), seguita da quella della carta che raggiunge i 3,6 milioni di tonnellate (con un incremento del 3,3% rispetto all'anno precedente) e da quella del legno che raggiunge 1 milione di tonnellate (con un incremento del 14,1% rispetto all'anno precedente); la frazione dei rifiuti tessili, invece, raggiunge solo le 154 mila tonnellate.

*Figura 1.5 – Raccolta differenziata per frazioni merceologiche (1000*t), anni 2020-2021*



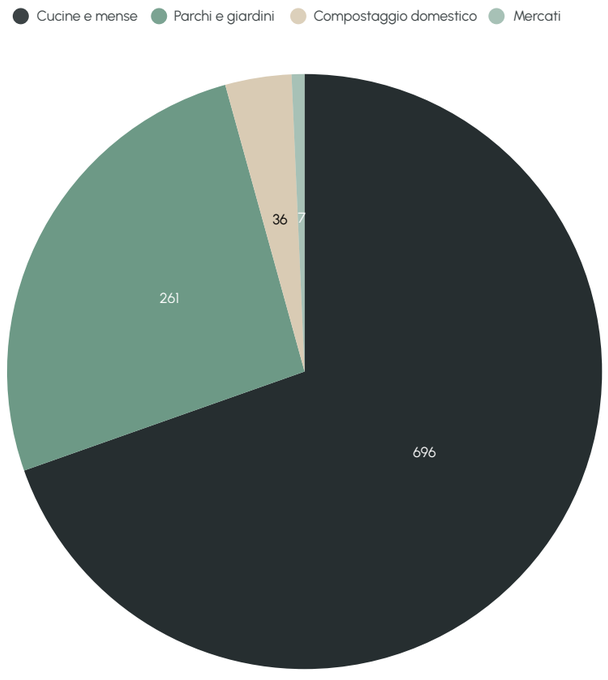
Di seguito andremo ad analizzare più nello specifico la raccolta dei rifiuti urbani suddivisa per frazioni merceologiche.

Frazione organica

La raccolta della frazione organica comprende i rifiuti provenienti da cucine e mense, dalla manutenzione di giardini e parchi, dalla raccolta presso i mercati e dai rifiuti biodegradabili destinati al compostaggio domestico.

Come si può vedere nella Figura 1.6, la frazione di umido proveniente da cucine e mense è pari al 69,6% (5,1 milioni di tonnellate), quella di parchi e giardini è pari al 26,1% (1,9 milioni di tonnellate), quella avviata a compostaggio domestico è pari al 3,6% (265 mila tonnellate), mentre quella proveniente dai mercati è pari allo 0,7% (51 mila tonnellate).

Figura 1.6 – Ripartizione della raccolta differenziata della frazione organica, anno 2021

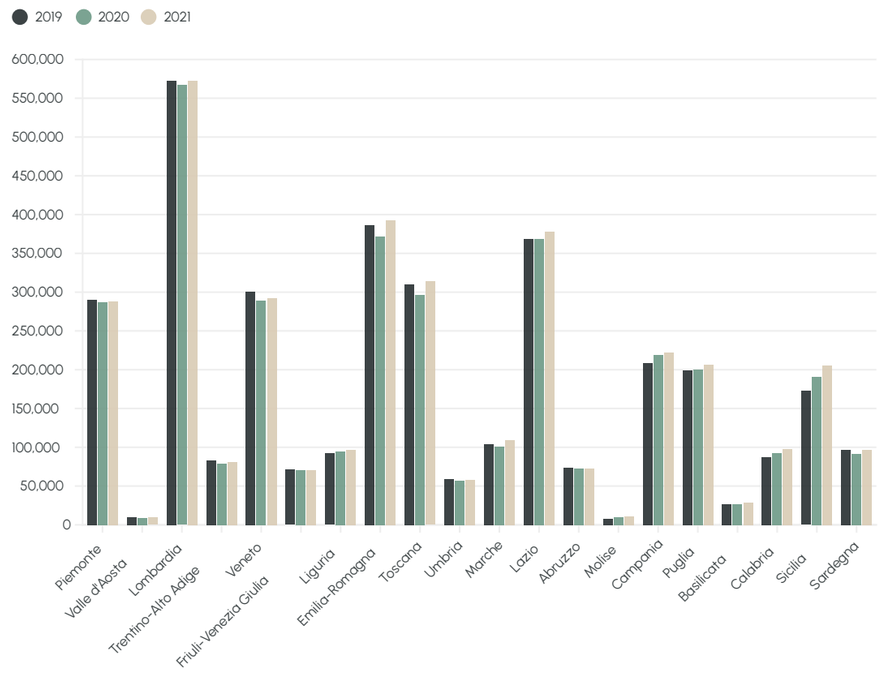


La macroarea geografica dove si registra il maggior numero di tonnellate raccolte è il Nord con 3,7 milioni di tonnellate, seguito dal Sud con 2,2 milioni di tonnellate e dal Centro con quasi 1,5 milioni di tonnellate. Rispetto al 2020 si registra un aumento nelle regioni meridionali (+8,1%) e del Centro (+5,2%), mentre in quelle settentrionali un decremento dello 0,7%.
Per quanto riguarda la raccolta pro capite il dato è pari a 125 kg/ab per la media nazionale, in particolare al Nord si registrano 135 kg/ab, al Centro 126 kg/ab e al Sud 112 kg/ab.[1]

Frazione cellulosica

Nel 2021 la frazione cellulosica raccolta in Italia è pari a 3,6 milioni di tonnellate, con un aumento di 111 mila tonnellate rispetto al 2020.
La macroarea geografica che registra più rifiuti cellulosici raccolti è il Nord con 1,8 milioni di tonnellate (2% in più rispetto al 2020), seguito dal Sud con 940 mila tonnellate (4,3% in più rispetto al 2020) e il Centro con 858 mila tonnellate (4,5% in più rispetto al 2020). La regione con il miglior incremento percentuale è il Molise che registra un aumento del 17,4% rispetto all'anno precedente. Tuttavia, le regioni italiane che si distinguono nella raccolta dei rifiuti cellulosici sono al Nord Lombardia ed Emilia-Romagna, con rispettivamente 572 mila tonnellate e 393 mila tonnellate; al Centro Lazio e Toscana, con rispettivamente 377 mila tonnellate e 313 mila tonnellate; mentre al Sud Campania e Puglia, con rispettivamente 222 mila tonnellate e 206 mila tonnellate.

Figura 1.7 – Raccolta della frazione cellulosica per regioni (tonnellate), anni 2019-2021



Per quanto riguarda la raccolta pro-capite, si registra una raccolta media nazionale di 60,8 kg/ab. Nelle regioni del Nord la raccolta è pari a 65,7 kg/ab, in quelle del Centro 73 kg/ab, in quelle meridionali 46,9 kg/ab. Si distinguono Emilia-Romagna, Toscana e Sardegna che rimangono alla guida delle rispettive macroaree geografiche con, rispettivamente, 88,4 kg/ab, 85,5 kg/ab e 60,6 kg/ab.[2]

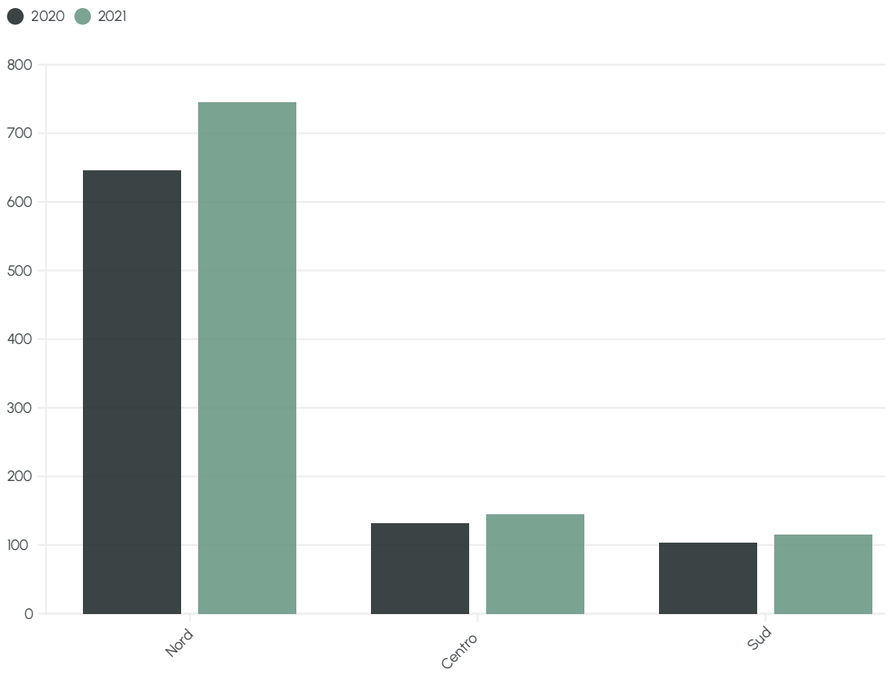
Legno

Nel 2021 sono state raccolte quasi 2 milioni di tonnellate di legno, di cui circa la metà è composta da imballaggi (46,13%).[3]

Si è verificato un incremento della raccolta in tutte le macroaree geografiche: nelle regioni settentrionali del 15,3%, in quelle del Centro del 9,9% e in quelle meridionali del 12,1%.

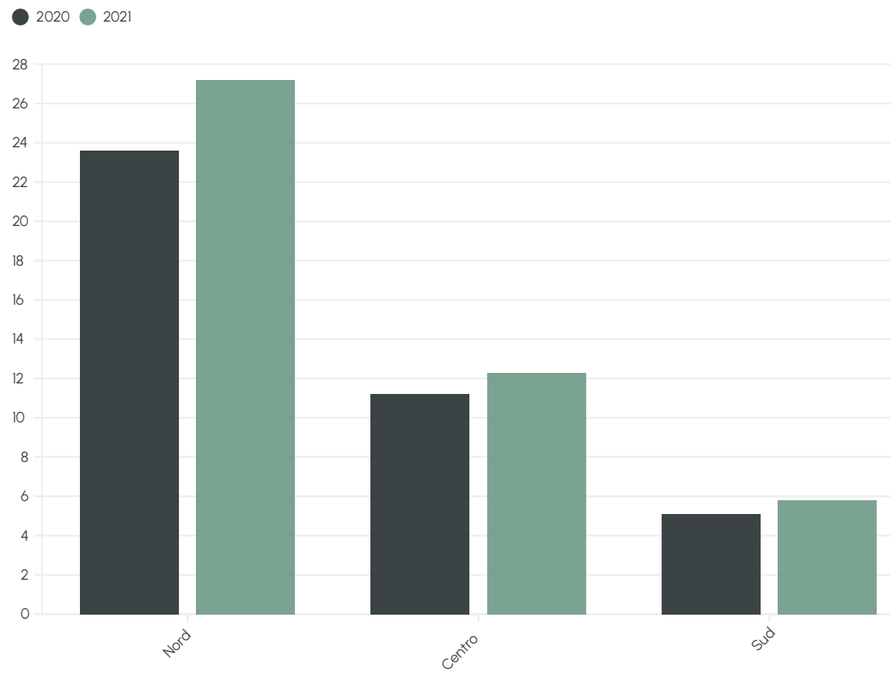
Quantitativamente parlando, nelle regioni settentrionali si sono raccolte 745 mila tonnellate di legno, al Centro 145 mila tonnellate, mentre al Sud 116 mila tonnellate.

*Figura 1.8 – Raccolta del legno (1000*t) per macroarea geografica, anni 2020-2021*



Per quanto riguarda la raccolta pro-capite si è registrato un valore medio nazionale pari a 17 kg/ab. Nelle regioni del Nord il valore è pari a 27 kg/ab, in quelle del Centro è pari a 12 kg/ab e in quelle del Sud è apri a 6 kg/ab.

Figura 1.9 – Raccolta del legno pro-capite (kg/ab) per macroarea geografica, anni 2020-2021



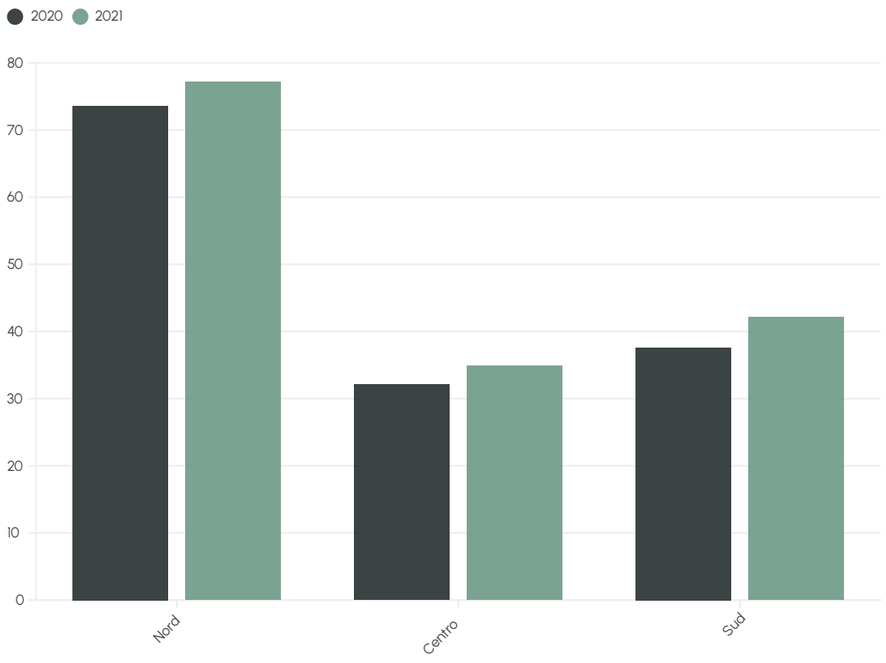
Tessuti

I rifiuti tessili risultano difficili da tracciare in quanto una parte finisce tra i capi da donare, mentre un'altra viene smaltita non correttamente. Inoltre, la normativa nazionale ha introdotto l'obbligo di raccolta dei rifiuti tessili a partire dal 1° gennaio 2022.

Nel 2021 sono state raccolte 154,2 mila tonnellate di rifiuti tessili, con un incremento di circa 11 mila tonnellate rispetto all'anno precedente.

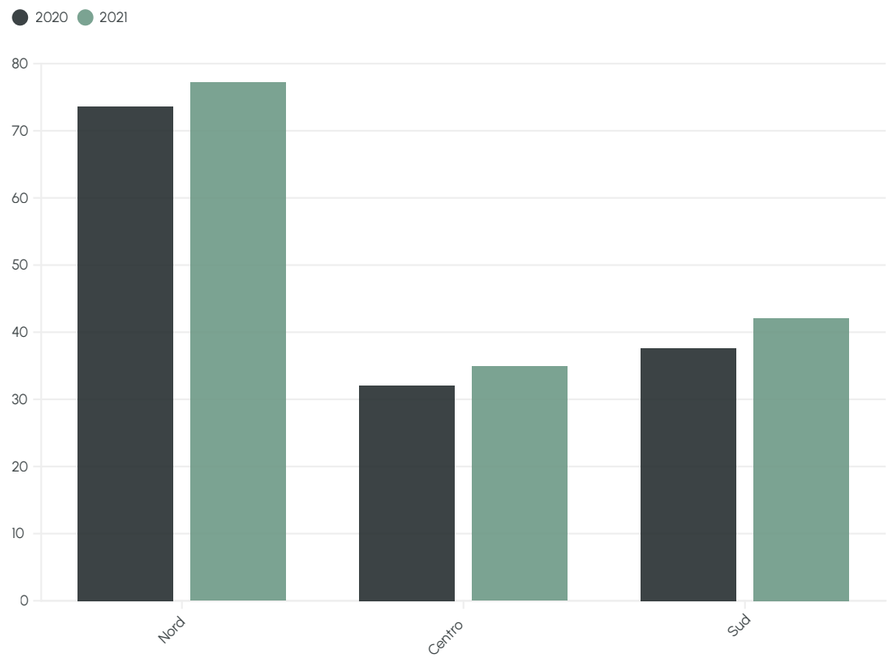
La macroarea che registra il maggior numero di tonnellate raccolte è quella del Nord con 77,2 mila tonnellate raccolte, seguita dal Sud con 42,1 mila tonnellate e dal Centro con 34,9 tonnellate.

*Figura 1.10 – Raccolta dei rifiuti tessili (1000*t) per macroarea geografica, anni 2020-2021*



Per quanto riguarda la raccolta pro capite, la media nazionale è pari al 2,6 kg/ab. La macroarea geografica del Centro registra 3 kg/ab, quella del Nord 2,8 kg/ab, mentre quella del Sud 2,1 kg/ab.[4]

*Figura 1.10 – Raccolta dei rifiuti tessili (1000*t) per macroarea geografica, anni 2020-2021*



02

Recycle & Upcycle

Recycle

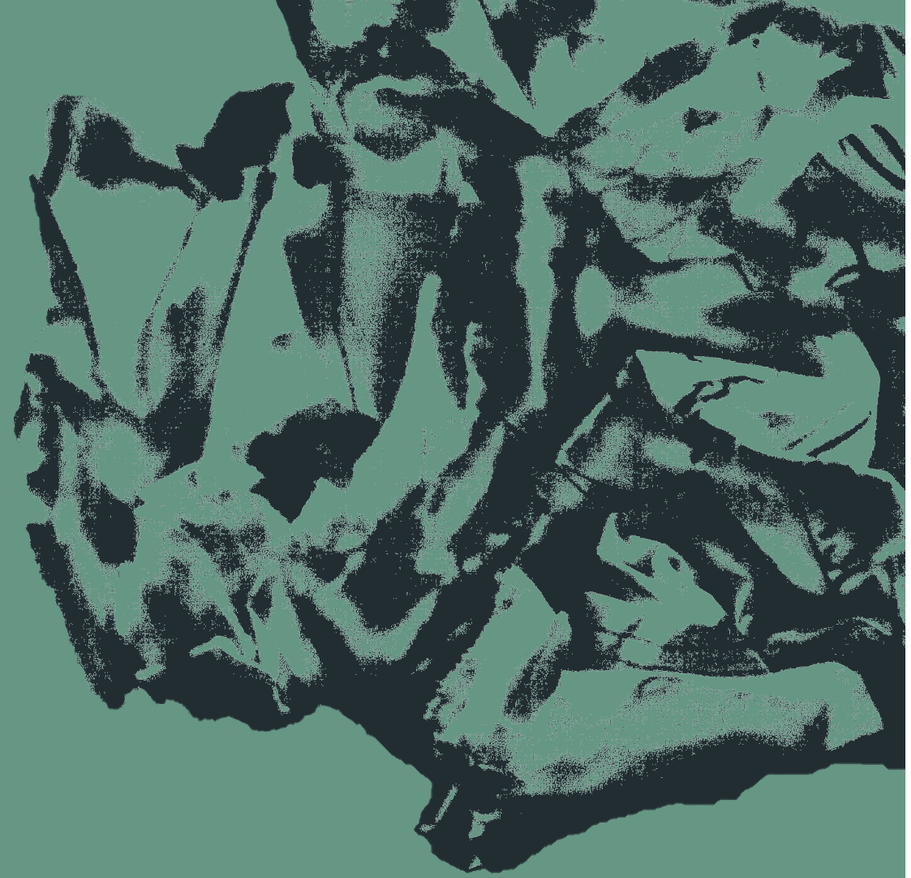
Il riciclo è un processo che trasforma uno scarto in materia prima seconda che può essere, così, reimmessa nel ciclo produttivo. Le lavorazioni che lo scarto subisce, spesso, riprendono fasi del processo produttivo originario e ciò può implicare un utilizzo del materiale uguale a quello originario. Un approccio del genere, tuttavia, non è possibile per tutti i materiali a causa delle loro diverse proprietà.
Inoltre, i processi di riciclo vanno quasi sempre ad intaccare le proprietà del materiale che, talvolta, non può essere riciclato una seconda volta; per questo molte volte si parla di downcycling.

Upcycle

L'upcycle, invece, prevede che il nuovo materiale, e di conseguenza il nuovo prodotto, abbiano un valore maggiore o uguale rispetto a prima. Per questo può essere applicato anche a materiali che non potrebbero essere recuperati con i classici processi di riciclo.
L'upcycling, infatti, comprende diversi metodi di recupero che non sempre prevedono ulteriori lavorazioni per la trasformazione dello scarto o che comunque ne prevedono un numero limitato; un esempio può essere il riuso creativo.

03

I materiali



La carta

La carta è un materiale composto da materie prime vegetali, ottenuta attraverso la compressione e l'essiccatura di un impasto composto principalmente da fibre di cellulosa, acqua e additivi per migliorarne le proprietà e la stampabilità.[5]

L'elemento principale contenuto nella carta, sono le fibre di cellulosa che si ricavano dal legno. Un'altra fibra vegetale ricavata dallo stesso materiale e contenuta in minor quantità nella carta, è la lignina, che conferisce un colore giallastro e abbassa le qualità estetiche.

Processo di riciclo dei prodotti a prevalenza cellulosica

Bisogna innanzitutto fare una distinzione tra materiale a prevalenza cellulosica e prodotto a prevalenza cellulosica: il materiale a prevalenza cellulosica necessita di ulteriori lavorazioni e trasformazioni prima di essere un prodotto finito; il prodotto a prevalenza cellulosica, invece, è il prodotto finito pronto per essere venduto.[6]

La carta può essere riciclata per un numero limitato di volte, sette per la precisione, in quanto ad ogni riciclo la fibra di cellulosa si accorcia e, raggiunta una certa lunghezza, non può più essere utilizzata.
Il materiale da riciclare arriva da due flussi diversi: dalla raccolta dei rifiuti urbani o dalla raccolta degli scarti industriali. Questi ultimi hanno una qualità maggiore in quanto sono rifiuti nobili, selezionati (comprendono sfridi, imballaggi industriali o carta proveniente da uffici, cartotecniche e processi di stampa) al contrario di quelli urbani che sono costituiti da diverse tipologie di prodotti a prevalenza cellulosica e, qualvolta, da rifiuti estranei.

Il processo di riciclo dei materiali a prevalenza cellulosica è composto da tre processi:
- Raccolta
- Selezione
- Riciclo

Raccolta
La raccolta del materiale a prevalenza cellulosica in ambito urbano viene gestita dai Comuni, quindi, risulta essere eterogenea sul territorio nazionale. Il materiale raccolto in ambito industriale, invece, risulta essere omogeneo in quanto preselezionato dalla singola attività di commercio, dalla Grande Distribuzione Organizzata (GDO), dal settore giornalistico o da qualunque attività che venga a contatto con packaging o prodotti in carta.
Il materiale viene raccolto e stoccato in container o sotto forma di balle. Una parte di questo materiale può confluire nel flusso di raccolta urbana; mentre un'altra parte, solitamente composta da sfridi, rifili e scarti di lavorazione, essendo già selezionata, viene consegnata direttamente alle cartiere per l'avviamento al processo di riciclo.

Selezione
Le diverse tipologie di rifiuto vengono trattate diversamente e ciò è reso possibile grazie all'assegnazione di codici di macero in base alla qualità del rifiuto.
La selezione può essere, quindi, suddivisa in selezione dei prodotti a prevalenza cellulosica post-consumo e selezione di prodotti a prevalenza cellulosica industriali o pre-consumo.

La selezione dei prodotti a prevalenza cellulosica post-consumo è composta da tre fasi:

FASE 1 – Pre-processazione del materiale in ingresso
Il materiale raccolto arriva al centro di selezione, dove un operatore, servendosi di una pala di trasporto, lo stocca all'interno di un bacino di accumulo. Successivamente il materiale passa dal bacino di accumulo, attraverso un nastro trasportatore, ad un macchinario, il lacerasacchi, che apre automaticamente i sacchi contenenti il materiale da riciclare.

FASE 2 – Selezione
Nella fase di selezione il materiale passa attraverso un separatore balistico che permette una prima separazione in base alla grandezza di carta e cartone. Andando più nello specifico, il macchinario presenta una serie di fori attraverso i quali passano i pezzi di carta e cartone più piccoli; solitamente i pezzi di diametro compreso tra i 20 e i 30 cm non passano attraverso questi fori perché troppo grandi. Questo passaggio serve, quindi, per separare il più possibile i diversi materiali a prevalenza cellulosica; infatti, i pezzi con diametro più grande solitamente sono di cartone ondulato.
Tutti gli elementi di media-ridotta grandezza finiscono su un nastro trasportatore per un processo di fine-screening con il quale eventuali oggetti non a prevalenza cellulosica passati in precedenza, vengono

separati.

Successivamente, attraverso un selettore ottico, il materiale viene suddiviso per colore ed eventuali pezzi di plastica vengono rimossi e destinati a processi di riciclo differenti.

Infine, eventuali pezzi estranei rimasti fino a questo punto vengono rimossi manualmente, garantendo una qualità alta del materiale destinato al riciclo. Attraverso questo tipo di selezione, gli operatori hanno anche la possibilità di separare il materiale in base ai codici di macero.

FASE 3: Imballaggio
Questa è l'ultima fase della selezione. Per facilitare la gestione e il trasporto verso le cartiere del materiale processato, quest'ultimo viene imballato. Ciò avviene attraverso un'imballatrice che lo pressa e lo lega con fasce metalliche. La balla che esce dal macchinario ha dimensioni variabili, ma solitamente nell'ordine del metro, e un peso pari a una dozzina di quintali.

Per i prodotti a prevalenza cellulosica industriali le fasi sono molto simili, ma il processo risulta più veloce:

FASE 1: Selezione manuale del materiale in ingresso
Qualora il materiale arrivi da GDO o da altre attività commerciali, potrebbe presentarsi sotto forma di balle che vengono aperte prima di passare alla fase successiva. In caso contrario, ovvero nel caso in cui il materiale arrivi in container o compattatori, viene fatto passare direttamente alla fase di cernita.

FASE 2: Cernita manuale
In questa fase materiali estranei o prodotti che andrebbero ad abbassare la qualità della carta riciclata, vengono rimossi manualmente da un operatore.

FASE 3: Imballaggio
Quest'ultima fase rimane invariata per i prodotti provenienti da circuiti industriali; quindi, il materiale passa attraverso un'imballatrice che lo compatta e lo chiude con fasce metalliche andando a formare delle balle di dimensioni e peso standard.

Riciclo
Il riciclo del materiale a prevalenza cellulosica è composto da quattro fasi:

FASE 1: Formulazione della ricetta e spappolamento
La prima fase di questo processo inizia con la formulazione della ricetta dell'impasto e, di conseguenza, il materiale necessario in arrivo dai selezionatori, viene caricato su un nastro trasportatore e, dopo aver aperto le balle, inserito all'interno dello spappolatore (Pulper).

All'interno del Pulper avviene la separazione delle fibre di cellulosa, generalmente attraverso un processo meccanico (ovvero con una girante che si trova sul fondo del macchinario), talvolta con l'aiuto di un processo chimico.

Questo processo viene svolto a determinate temperature, solitamente al di sotto di 40°C, e per una durata di tempo precisa. Tuttavia, tali parametri possono variare in base alle necessità e alle caratteristiche del materiale: nel caso in cui le fibre inserite nel macchinario siano già state riciclate almeno una volta, non potranno essere trattate a temperature troppo alte e non dovranno permanere all'interno del macchinario per troppo tempo. Di conseguenza diventa importantissima la fase di selezione del materiale per garantire la massima omogeneità dello stesso e una maggiore qualità del prodotto finito, in quanto materiali più o meno resistenti necessitano di parametri di lavorazione differenti.

FASE 2: Raffinazione dell'impasto
Nella seconda fase del processo di riciclo, l'impasto uscito dal pulper viene raffinato per togliere eventuali impurità o materiali che possono essere solo parzialmente spappolabili o non spappolabili rimasti al suo interno.
La raffinazione avviene facendo passare l'impasto attraverso una griglia che presenta dei fori con diametro di circa 14mm.

I materiali rimasti sulla griglia vengono poi raccolti in una betoniera, sciacquati e smaltiti come rifiuti.

La parte di impasto filtrata attraverso la griglia, e quindi raffinata, composta al 95% di acqua, deve poi passare attraverso una serie di cicloni (epuratori). Questi, grazie alla forza di gravità, riescono a separare ulteriormente materiali estranei dall'impasto, per esempio schegge di vetro, cocci di ceramica, ecc.

Successivamente l'impasto viene fatto passare in un cesto che, attraverso delle fessure, seleziona ulteriormente il materiale.

Per aumentare le proprietà meccaniche del prodotto finito si vanno poi ad allargare le fibre facendo passare l'impasto attraverso un raffinatore composto da lamelle distanti l'una dall'altra 0.1 mm; attraverso questo passaggio si riduce la porosità del materiale e l'elasticità della carta prodotta.

Una volta finito questo processo, l'impasto viene messo nella tina di miscelazione e vengono aggiunti gli additivi:

- Candeggiante ottico
- Battericida
- Sostanze di carica per opacizzare e lisciare la carta (caolino e carbonato di calcio)
- Soluzione di amido cationico per fissare le fibre anioniche dell'impasto di carta
- Colla che permette il fissaggio dell'inchiostro alla carta
- Poliacrilammidi cationiche, come coagulanti

Miscelati gli additivi, l'impasto viene lasciato a decantare e viene amalgamato, lasciando che le fibre assorbano acqua e si omogeneizzino.

FASE 3: Formazione foglio e drenaggio
Una volta finito il processo di amalgamazione, una sospensione acquosa di materiale fibroso viene depositata sulla tela formatrice all'interno della cassa d'afflusso. Qui la sospensione viene distribuita in modo omogeneo e uniforme evitando la formazione di imperfezioni.

La tela formatrice, girando a circa 100 km/h, fa sì che l'impasto dreni e perda, quindi, in modo progressivo la maggior parte dell'acqua. In questo modo viene anche agevolata l'unione delle fibre di cellulosa che, in questa fase, sono ancora separate e, di conseguenza, non sono presenti ancora proprietà meccaniche.

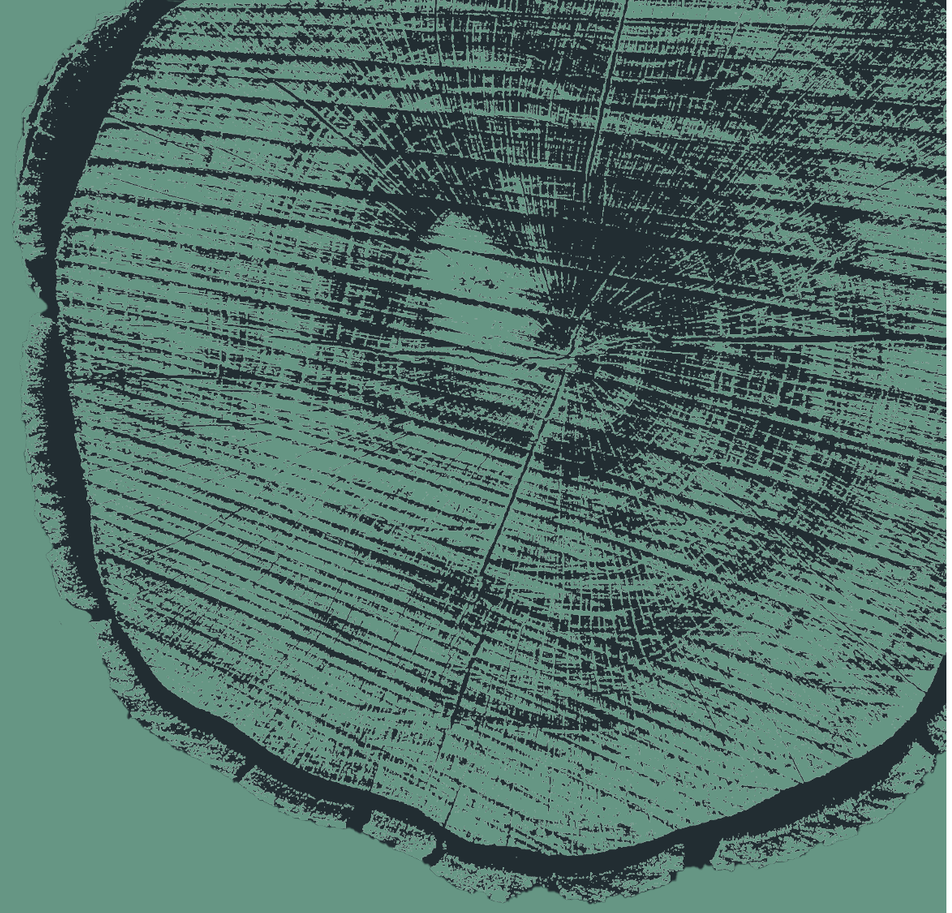
Procedendo, l'impasto passa attraverso dei rulli controrotanti che lo pressano, delle casse aspiranti e delle presse ad umido; in questo modo viene persa altra acqua.

Finiti questi passaggi, il foglio di carta inizia a crearsi e passa su un nastro di feltro, grazie al quale viene persa un'altra frazione di acqua, arrivando ad avere un residuo secco di circa il 45%.

FASE 4: Asciugatura, trattamenti superficiali e bobinatura
Nella quarta e ultima fase del processo di riciclo, il foglio di carta viene fatto passare nella pre-seccheria per ridurre l'umidità presente all'interno del materiale.
Successivamente il foglio può essere trattato con una soluzione acquosa di amido, candeggianti ottici e agente di collatura superficiale. Per l'ultima riduzione della quantità di umidità contenuta nel foglio, quest'ultimo viene fatto passare nella seccheria, composta da una serie di cilindri attraverso i quali passa vapore ad alta pressione a temperature che possono superare i 100°C.

Per aumentare la qualità superficiale e la relativa finitura, viene eseguita la calandratura. Questo processo consiste nel far passare il foglio attraverso una serie di cilindri, che agendo meccanicamente, lisciano la superficie della carta e, di conseguenza, viene aumentato il grado di lucidità. Per aumentare la stampabilità, invece, il foglio viene patinato: sulla superficie vengono spalmate sostanze come carbonato di calcio, caolino e gesso, tenute insieme attraverso un legante. Quello che si ottiene è una superficie uniforme, compatta e capace di assorbire l'inchiostro in modo omogeneo.

L'ultimo passaggio consiste nella bobinatura: il foglio viene arrotolato su un rotolo e, in alcuni casi viene ribobinato per dividere il materiale in rotoli di dimensioni ridotte.[7]



Il legno

Il legno è un materiale formato da cellule di cellulosa legate tra loro dalla lignina. Le cellule sono lunghe e sottili, distribuite longitudinalmente rispetto all'asse dell'albero e dei rami: la loro disposizione determina la direzione delle fibre.

Il legname viene, quindi, ricavato dal tronco degli alberi attraverso il taglio di quest'ultimo, che può avvenire tangenzialmente, radialmente o a quadranti andando ad ottenere così delle tavole o assi. Successivamente queste vengono fatte essiccare e stagionare all'aria o all'interno di forni per diminuire l'umidità presente al loro interno.

Il legno può anche essere sottoposto a lavorazioni differenti come, per esempio per la creazione di piallacci, ovvero fogli sottili ricavati sempre dal tronco degli alberi, ma con tagli differenti. Inoltre, possono essere prodotti anche dei multistrati, incollando tra loro più fogli di legno di spessori uguali o variabili.[8]

Processo di riciclo del legno

La maggior parte dei rifiuti legnosi è composta da imballaggi provenienti dall'industria, dal commercio, dalla GDO e, in minor quantità, da rifiuti post-consumo provenienti dal circuito domestico. Una piccola percentuale è, invece, composta da mobili e oggetti in legno.

Gli imballaggi in legno si suddividono in tre categorie:

- Imballaggio per la vendita o primario: imballaggio progettato per essere, nel punto vendita, un'unità di vendita per il consumatore
- Imballaggio multiplo o secondario: imballaggio progettato per raggruppare, nel punto vendita, più unità di vendita, indipendentemente da come queste verranno vendute al consumatore, o per facilitare il rifornimento di unità di vendita sugli scaffali.
- Imballaggio per il trasporto o terziario: imballaggio progettato per il trasporto di più unità di beni, dalle materie prime al prodotto finito, o di imballaggi multipli.

Le tipologie principali di imballaggi di legno sono tre:

- Pallet
- Imballaggi industriali
- Imballaggi ortofrutticoli

A questi si aggiungono altre tipologie quali:

- Bobine
- Sughero
- Cassette per bottiglie
- Imballaggi più piccoli per il contenimento di prodotti alimentari[9]

Il processo di riciclo del legno è composto da tre processi:

- Raccolta
- Selezione
- Riciclo

rifiuti legnosi vengono raccolti presso piattaforme dedicate che preparano il materiale all'avvio a riciclo. Possono essere raccolti anche da servizi comunali di igiene urbana o attraverso la raccolta differenziata comunale.

I rifiuti legnosi raccolti dal circuito domestico vengono poi inviati a stazioni o aree ecologiche comunali, dove possono essere selezionati ed eventualmente reimmessi sul mercato.
Gli imballaggi provenienti dal circuito industriale, invece, vengono raccolti in container sostituiti o svuotati periodicamente.[10]
Presso le piattaforme di trattamento gli scarti legnosi subiscono una prima riduzione di volume per questioni di trasportabilità: vengono triturati meccanicamente e ridotti in scaglie dette chips. Successivamente sono pronti per essere inviati agli impianti di riciclaggio.

Selezione
Una volta arrivato ai centri di riciclo, il legno viene trattato per essere separato da eventuali materiali estranei più pesanti. Successivamente viene caricato su un nastro trasportatore e, con l'aiuto di grosse calamite, vengono rimossi rifiuti ferrosi come viti, chiodi, graffette, ecc. Infine, viene eseguito un lavaggio del materiale; durante questa ultima fase di selezione, vengono rimossi ulteriori materiali estranei.

Riciclo
Il legno pulito viene, quindi, macinato all'interno di mulini, riducendo ulteriormente le fibre. Il materiale raffinato è pronto per la fase successiva: l'essiccazione all'interno di essiccatoi a umidità costante.
Infine, un ulteriore passaggio di vagliatura consente di separare le diverse pezzature delle scaglie di legno, ottenendo un materiale omogeneo.[11]

Da questo processo si ottiene un semilavorato per la produzione di più prodotti. Un output sono i pannelli truciolari realizzati con le particelle di legno ottenute dal processo di riciclo, che vengono amalgamate con resine o colle per formare dei protopannelli. Questi ultimi subiscono ulteriori lavorazioni a freddo e a caldo. Questa tipologia di pannelli in legno viene impiegata nel settore delle costruzioni o in quello dei mobili da interno ed esterno.
Un altro prodotto che si può ottenere sono dei bricchetti di legno pressato, detti pellet, da bruciare nelle stufe, oppure dei blocchi di legno cemento formati miscelando particelle di legno e cemento in assenza di colle.[12]

I tessuti organici

Cotone

Il cotone è una delle fibre tessili più utilizzate al mondo; viene usato per un'ampia gamma di prodotti che vanno dall'abbigliamento, all'arredamento, al packaging. È una fibra di origine naturale che viene ricavata dalla bambagia che avvolge i semi della pianta Gossypium, coltivata principalmente in Asia, Africa e America; nello specifico, i maggiori produttori sono Cina, Stati Uniti, India, Pakistan, Uzbekistan, Turchia e Brasile.[13]

Il Gossypium è una pianta arbustiva che raggiunge un'altezza di 1,5m e viene coltivata come coltura annuale. Colore e lunghezza della fibra variano in base al territorio in cui è stato coltivato; il colore può essere giallo, bianco o bruno-rossastro, mentre la lunghezza della fibra va dai 60 ai 10 mm.[14]

La raccolta del cotone può prolungarsi anche per alcuni mesi a causa della maturazione graduale. Dopo la raccolta, il cotone viene sottoposto a tre lavorazioni: la sgranatura che separa le fibre dai semi ed elimina eventuali impurità, la pressatura e l'imballaggio per il trasporto ai cotonifici, dove viene prodotto il filato attraverso ulteriori lavorazioni.[15]

Lino

Il lino è uno dei tessuti più antichi al mondo; al giorno d'oggi viene utilizzato per l'abbigliamento, per l'arredamento e per packaging.
Le fibre di lino sono di origine naturale e provengono dalla pianta Linum usitatissimum, alta circa 1,2m, coltivata principalmente in Europa e in Egitto. La fibra si ricava dal gambo della pianta, lasciato macerare per 2-3 settimane, mentre i semi vengono raccolti per la produzione di olio. Tuttavia, la lavorazione differisce tra Europa ed Egitto; in quest'ultimo i gambi vengono immersi in acqua per la fase di macerazione, mentre in Europa vengono lasciati a macerare sul terreno.[16]

Dopo la fase di macerazione, i gambi vengono lasciati asciugare all'aria e maciullati con martelli chiamati gramole, che rompono la parte legnosa esterna. Successivamente si dividono le fibre dalla parte legnosa frantumata (processo chiamato scotolatura). Queste fibre hanno una lunghezza di circa 20-30 mm e un diametro di circa 20-30 micron.

Le principali proprietà di questo materiale sono la freschezza, la leggerezza, la tenacia, la termoregolazione, l'igroscopicità e una buona resistenza ai raggi UV.

Lana

La lana è una fibra naturale di origine animale, ricavata dal vello della pecora attraverso tosatura, solitamente eseguita in primavera. Questa fibra può anche essere ricavata da altri animali, come cammelli, dromedari, alpaca, lama e caprini.[17]

La lunghezza di questa fibra va dai 40 ai 350 mm, ha una sezione circolare ed è rivestita da piccole scaglie che coprono altre componenti quali la cuticola, la guaina protettiva, il cortice e il canale midollare. Queste componenti attribuiscono particolari proprietà alla lana, quali morbidezza, elasticità, igroscopicità e una buona resistenza termica.

La lana, dopo la tosatura, viene pulita e sgrassata per togliere tutte le impurità presenti; successivamente viene arrotolata e portata nei lanifici dove avviene un'ultima lavorazione, ovvero la cardatura (se le fibre sono corte) o la pettinatura (se le fibre sono lunghe).[18]

Seta

La seta è un prodotto secretivo naturalmente prodotto da larve di una particolare specie di farfalla, ovvero il Bombyx mori o baco da seta. Queste larve producono una bava che, a contatto con l'aria, si solidifica e forma una fibra proteica continua all'interno della quale il baco si avvolge per effettuare la sua metamorfosi.
Prima che questa fase termini, il bozzolo viene raccolto e trattato in modo tale che la farfalla non spezzi le fibre di seta. I bozzoli, che pesano all'incirca 1-2 g, vengono fatti essiccare per poi essere immersi in acqua calda per ammorbidire la sericina, una sostanza collosa che serve per tenere insieme il bozzolo.

Successivamente viene strofinato e srotolato per ricavare un unico filo lungo circa 600-900 metri. Gli ultimi passaggi che vengono effettuati sono il lavaggio e la torcitura che serve per unire più fili e ottenere un filato unico.[19]

Cashmere

Il Cashmere è una fibra naturale di origine animale molto pregiata, infatti, è considerato uno dei tessuti più preziosi al mondo. Questo è dato anche dal fatto che la sua produzione è limitata, in quanto se ne producono non più di cinque milioni di chili all'anno, mentre la richiesta continua a crescere.

Viene ricavata dal pelo di una specifica razza di capre, la Capra hircus, allevata proprio nella regione Kashmir, dalla quale deriva il nome del materiale, che si trova tra India, Pakistan e Cina.
Questa specie di capre possiede due manti per resistere agli sbalzi termici delle regioni in cui vengono allevate; il manto esterno, chiamato giarre, più rigido e ruvido, e un sottomanto, chiamato duvet, soffice e lanoso. Quest'ultimo, più sottile e morbido, funge da isolante termico e si sviluppa maggiormente rispetto al manto esterno ed è quello utilizzato per la produzione del tessuto.

Questo materiale, quindi, presenta numerose caratteristiche vantaggiose, come l'isolamento dall'ambiente esterno che permette di trattenere il caldo e il freddo, una buona durata, la morbidezza, la traspirabilità e l'antistaticità.[20]

Processo di riciclo dei tessuti organici

La rigenerazione dei tessuti avviene in sei fasi: il recupero del materiale tessile, il sorting, la stracciatura, la miscelazione e tintura (se necessaria), la cardatura e la filatura.

Recupero del materiale
La prima fase è quella del recupero del materiale che può arrivare dalle industrie, quindi si parla di scarti pre-consumo come sfridi o stracci, oppure dalla raccolta urbana dei vestiti, quindi si intendono gli scarti post-consumo. Questi ultimi vengono smistati per dividere quelli in buono stato, che vengono lavati e sanificati per essere reimmessi nel mercato, da quelli che, invece, vanno avviati al processo di rigenerazione per la produzione di filato.

Sorting
Nella fase di sorting gli scarti vengono selezionati a mano e separati da eventuali materiali non riciclabili, come bottoni, cerniere, elastici.

Successivamente vengono suddivisi per colore e composizione e vengono ammassati e stoccati.

Stracciatura
Nella terza fase del processo, ovvero la stracciatura, avviene la sfilacciatura e la sfibratura degli scarti che, passando attraverso una serie di lame e ghigliottine, vengono sminuzzati e aperti fino alla riduzione a brandelli e fili. Questo processo può essere svolto a secco o in acqua per ammorbidire e lavare le fibre. Successivamente le fibre ottenute vengono asciugate.

Miscelazione e tintura
Miscelando tessuti di colore diverso si possono ottenere dei blend, oppure le fibre possono essere nuovamente tinte. Tuttavia, se nella fase di sorting i tessuti vengono già suddivisi per colore, questa fase si può saltare, risparmiando acqua e coloranti.

Cardatura
In questa fase il materiale viene pettinato e districato, aprendone le fibre ed eliminando eventuali impurità, facendolo passare attraverso rulli con denti di metallo che aiutano la separazione e il posizionamento parallelo delle fibre.

Filatura
Nell'ultima fase del processo le fibre vengono, quindi, filate attraverso il tiraggio e la torsione. Con questo processo si può ottenere un filo unico, oppure, per rinforzare il filato, si possono unire più fili. Infine, il filo ottenuto viene avvolto attorno a grosse bobine.[21]

Scarti agro-alimentari e frazione verde

Per quanto riguarda la raccolta urbana, i rifiuti organici sono composti dalla frazione dell'umido e dalla frazione del verde urbano. La prima comprende tutti i rifiuti alimentari provenienti dalle nostre case, da bar, ristoranti, mense, ecc., ed è la frazione più facilmente degradabile.

La frazione del verde urbano, invece, comprende tutti gli scarti legnosi, sia privati che pubblici, derivati da potature o rimozione di piante e alberi; questa frazione, al contrario dell'umido, si degrada lentamente.

Processo di riciclo degli scarti agro-alimentari e della frazione verde

Il riciclo dei rifiuti organici (frazione umida e frazione verde) avviene tramite due processi opposti per principio chimico, ma fra loro integrati: digestione anaerobica e compostaggio aerobico. La differenza principale tra i due processi è che il primo avviene in assenza di aria (e quindi di ossigeno), mentre il secondo avviene in presenza di aria.

Compostaggio aerobico

I rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata urbana vengono depositati a terra in baie di deposito in attesa di essere avviati al compostaggio.
Il materiale viene inizialmente triturato e vagliato, poi trasferito con pale gommate o mezzi idonei ad un edificio dove avviene la prima fase del processo di compostaggio. Qui la miscela di residui organici, composta dall'organico umido e dal verde triturato (che conferisce una struttura alla miscela), viene attaccata da microrganismi presenti naturalmente nella biomassa (batteri, funghi, ecc.) che, tramite l'insufflazione forzata di aria sotto il cumulo proliferano e degradano il materiale. Questa azione produce arie esauste che vengono aspirate e dirette al sistema di depolverizzazione e biofiltro dedicato; viene prodotto anche percolato che finisce, attraverso delle canaline di raccolta, in vasche dedicate e può servire, integrato ad acqua piovana, per la bagnatura dei cumuli. Successivamente il materiale viene spostato su un piazzale dove inizia la fase di maturazione; questo avviene dopo circa un mese.
Sul piazzale avviene la disposizione del materiale in cumuli a sezione trapezoidale nei quali avvengono le successive sei fasi del processo che durano dai quattro ai sei mesi.
Infine, il materiale viene miscelato con terriccio e confezionato.
L'output di questo processo, quindi, è il Compost, un fertilizzante organico ricco di humus e microelementi; aumenta il contenuto di sostanza organica e di elementi nutritivi nel suolo, migliorando le caratteristiche fisiche dei terreni.[22]

Digestione anaerobica

I rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata urbana vengono depositati a terra in baie di deposito in attesa di essere avviati al processo di digestione anaerobica.
Il materiale viene inizialmente triturato e vagliato; successivamente viene miscelato a una porzione di rifiuto ligneo cellulosico che funge da strutturante, per poi essere trasferito all'interno di reattori cilindrici forniti di un asse agitatore orizzontale che muove il materiale.
La miscela di residui organici viene, quindi, attaccata da microrganismi presenti naturalmente nella biomassa (batteri, funghi, ecc.) che, in questo caso, agiscono in assenza di aria ad una temperatura di circa 55°C. Per tutta la durata del processo il materiale rimane all'interno del reattore.
L'output di questo processo è il gas metano, un biogas che viene recuperato per la produzione di energia termica, energia elettrica e biometano.
Successivamente, una volta prodotto biogas, alla miscela di residui organici viene addizionata una frazione di rifiuti ligneo-cellulosici per poi passare alla sezione di stabilizzazione aerobica. Il passaggio avviene attraverso un nastro trasportatore o pala gommata, che trasferiscono il materiale all'interno di tunnel chiusi al cui interno è presente un sistema di aerazione forzata che immette aria sotto ai cumuli. Il materiale rimane nei tunnel almeno 21 giorni, durante i quali i microorganismi avviano un'attività biossidativa che degrada il composto. In contemporanea avviene la produzione di CO_2, acqua e calore.
Una volta finita l'azione dei microorganismi si ottiene una frazione humificata, ovvero il compost che vien prelevato e raffinato. In quest'ultima fase vengono separate le frazioni grossolane e viene prodotto l'ammendante compostato misto, successivamente stoccato e confezionato.[23]

04

Casi Studio

Introduzione ai casi studio

I seguenti casi studio sono stati selezionati perchè mettono in pratica processi di upcycling, più precisamente riguardanti i materiali trattati nella presente tesi. I casi studio sono poi stati catalogati e ordinati per materiale utilizzato.

Ogni scheda presenta un caso studio e fornisce informazioni di diverso tipo. Oltre ad un'immagine si trovano nome del designer o dell'azienda produttrice, luogo di produzione, anno di progettazione e una breve descrizione. Nella scheda si possono trovare anche delle icone che indicano la tipologia di scarto utilizzata.

Ogni caso studio, infine, è stato valutato secondo due criteri: la valorizzazione dei materiali e la valorizzazione della provenienza locale.

Rifò

Rifò

Prato

2017

--

Rifò è un marchio toscano che si occupa di rigenerare vecchi indumenti per creare un nuovo filato e produrre capi sostenibili. Il marchio nasce con l'idea di contrastare la sovrapproduzione e il sovraconsumo presenti nell'industria della moda. I materiali con cui lavorano sono jeans, cashmere e lana rigenerati.[24]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Essent’ial

Essent’ial

Carpi

2006

--

Essent’ial è un’azienda carpigiana che produce oggetti e accessori in fibra di cellulosa certificata e materiali riciclati o rigenerati, come cotone e lana, PET, scarti della lavorazione delle mele e delle foglie di ananas.[25]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Archivist Studio

Archivist

Berlino

2019

--

Archivist studio è un brand europeo che ha cambiato il ciclo di vita delle lenzuola degli hotel di lusso. Al minimo segno di usura vengono scartate e quì entra in gioco Archivist. Dopo un campionamento della biancheria, il brand trasforma le lenzuola di cotone egiziano in camice di alta qualità.[26]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Blue of a kind

Blue of a kind

Milano

2016

--

Blue of a kind è un brand italiano che produce jeans con un processo unico nel suo genere. Ogni capo viene realizzato artigianalmente con jeans usati di alta qualità, deadstock e rimanenze di lavorazione, selezionati e raccolti tra Francia e Italia. Successivamente vengono smontati, rimodellati e cuciti nuovamente insieme per ottenere nuovi capi unici nel loro genere.[27]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Really

Kvadrat

Ebeltoft

2021

--

Kvadrat con il progetto Really propone una soluzione senza sprechi per scrivanie e piani da lavoro. Attraverso un processo circolare, produce un materiale molto simile all'MDF utilizzando scarti tessili in cotone e lana, provenienti da lavanderie industriali, dall'industria della moda e dalla stessa produzione di Really. Il prodotto finale lascia trasparire la materia prima con il quale è prodotto, andandola a valorizzare.[28]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

The new denim project

Iris Textiles

Guatemala City

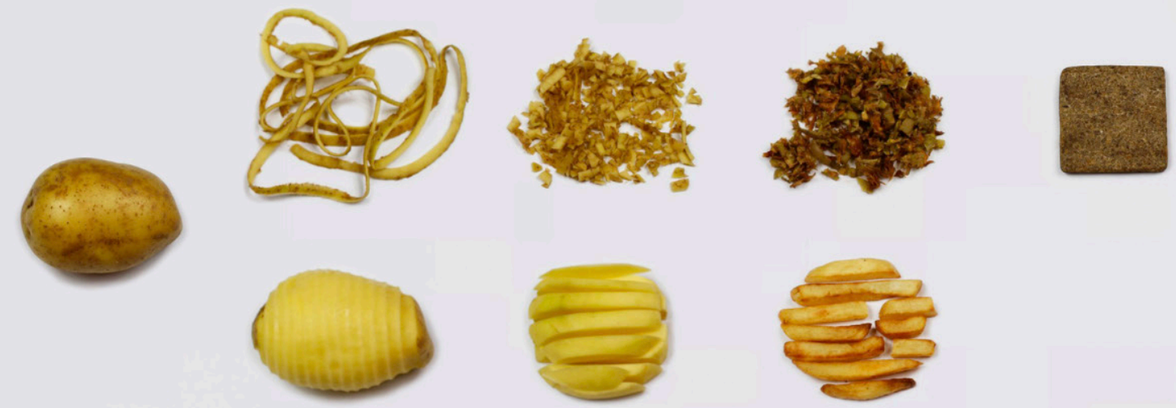
1956

--

The new denim project è un sistema circolare della Iris Textiles, che trasforma rifiuti tessili post produzione in nuovi filati. Durante il processo non vengono utilizzate sostanze chimiche, tinte e viene utilizzata una minima quantità d'acqua. Inoltre gli scarti di questa produzione vengono donati ai Coffee Growers, che li utilizzano come concime.[29]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale



Chip[s] Board

Chip[s] Board

Leeds

2017

--

Chip[s] Board è una start up britannica che si occupa di biochimica. Questa start up ha realizzato un nuovo materiale utilizzando bucce di patata, per la produzione di pannelli. Il progetto è nato dall'idea di creare un materiale alternativo all'MDF, che fosse eco-friendly e riciclato.[30]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Biocosì

EggPlant

Puglia

2017

--

Biocosì è un progetto nato dalla sfida lanciata dalla start up pugliese EggPlant. Quest'ultima mira a recuperare le acque reflue della filiera casearia per la produzione di bioplastica per packaging rivolti alla filiera alimentare.[31]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Apple Skin

Frumat

Bolzano

2015

--

AppleSkin è un'eco-pelle realizzata dall'azienda Frumat attraverso gli scarti della lavorazione industriale delle mele, come le parti legnose e la buccia, a seguito della problematica dello smaltimento di tali scarti delle aziende locali.[32]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Naturally Clicquot

Veuve Clicquot

Francia

2013

Cédric Ragot

Maison Veuve Clicquot ha creato un packaging per spumante realizzato a partire dalle bucce di patata, 100% biodegradabile e in grado di mantenere fresca la bottiglia fino a due ore.[33]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Mushroom Wine Shipper

Ecovative Design

New York

2008

--

Ecovative Design ha sviluppato un materiale, il Myco-Composite, che sfrutta l'azione del micelio con gli scarti agricoli, per creare eco-imballaggi da spedizione. Le alte performance di protezione e conservazione del prodotto si uniscono alle caratteristiche di rinnovabilità e compostabilità del materiale.[34]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Leap

Beyond Leather

--

2020

--

Beyond Leather ha realizzato un'alternativa sostenibile e vegana alla pelle, Leap, creata attraverso il recupero degli scarti della lavorazione industriale delle mele, come le parti legnose e la buccia.[35]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Peel Saver

--

Italia

2019

Paolo Stefano Gentile

Peel Saver è un packaging per street food prodotto con le bucce di patata. Il materiale è completamente costituito da scarti di produzione ed è biodegradabile al 100%. Il packaging, dopo essere stato utilizzato, ha la possibilità di reinserirsi in modo utile nel ciclo biologico diventando cibo per animali o concime per piante.[36]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Vegea

Vegea

Milano

2016

--

Vegea è un'azienda lombarda che produce eco-pelle utilizzando scarti agroalimentari e biopolimeri. In particolare, hanno sviluppato un processo produttivo per la valorizzazione degli scarti della produzione di vino.[37]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Piñayarn

Ananas Anam

--

--

--

Piñayarn è un tessuto plant-based, riciclabile e biodegradabile ottenuto dal riciclo delle foglie di ananas che, normalmente, andrebbero incenerite dopo la fase di raccolta del frutto. Valorizzando questo scarto agroindustriale viene evitata l'emissione di circa 6kg di CO_2 per 1kg di tessuto prodotto. Dall'unione delle fibre estratte dalle foglie di ananas e altre fibre bio-based nasce, quindi, un tessuto 100% biodegradabile e riciclabile.[38]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Weducer Cup

Kaffeeform

Berlino

2015

--

L'azienda Kaffeeform ha sviluppato due materiali bio-based. Il primo è ottenuto dall'unione dei fondi di caffè con dei biopolimeri, mentre il secondo dall'unione di fibre di legno riciclate e biopolimeri. Con questi due materiali vengono realizzate le Weducer Cup, delle tazze d'asporto per caffè.[39]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Coffee Watch

Kaffeeform

Berlino

2021

--

L'azienda Kaffeeform ha progettato anche Coffee Watch, un orologio realizzato con due materiali bio-based. La scocca è creata con un materiale ottenuto dall'unione di fondi di caffè e bioplastiche, mentre il cinturino è fatto con un'eco-pelle.[40]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Malai

Malai Eco

Kochi

2018

--

Malai è un materiale realizzato con cellulosa batterica derivante da rifiuti agricoli dell'industria del cocco in India. In particolare, vengono recuperate le acque di cocco di scarto con le quali si produce la cellulosa batterica.[41]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Orange Fiber

Orange Fiber

Catania

2014

--

Orange Fiber è un'azienda italiana che nel 2014 ha brevettato un processo innovativo per la produzione di filati realizzati con cellulosa estratta dai sottoprodotti dell'industria di trasformazione delle arance.[42]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Recycled newspaper pencils

Parwana Paper

Lahore

--

--

Recycled newspaper pencils è un set di matite composte da giornali riciclati e arrotolati attorno alla grafite o a una mina colorata. La matita può essere temperata normalmente e assume un motivo marmoreo. Ogni set è confezionato in una custodia di carta riciclata e cucita con filo in fibra di seta realizzata a mano da un artigiano. Il riutilizzo di carta di giornale rende le matite sostenibili ed evita l'uso di legno vergine.[43]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Green Kraft

SPI

Ojai

--

--

Le scatole GreenKraft sono realizzate con materiali fibrosi, come carta e cartone riciclati e fibre naturali (bagassa della barbabietola da zucchero, bamboo, paglia di grano). Queste materie prime donano al packaging un particolare colore, una texture unica e delle proprietà fisiche particolari.[44]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Egg packaging

Farma Pafilida

Atene

2019

nineteendesign

Il packaging presenta una forma triangolare che rende più facile e comodo il trasporto in sicurezza dei prodotti, incastrandosi perfettamente al suo interno e rendendoli più facilmente stoccabili. La carta riciclata viene lasciata appositamente con la colorazione grigiastra tipica.[45]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Paper from our echosystem

FAVINI

Rossano Veneto

1992

--

Paper from our Echosystem è un marchio di FAVINI che raggruppa sei carte sostenibili. Queste carte sono realizzate con materie prime eco-innovative, utilizzando fibre riciclate in percentuali variabili (dal 40% al 100%), scarti agroalimentari o tessili, fibre alternative a quelle tradizionali come il bambù.[46]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Natureflex

Futamura

Nagoya

--

--

NatureFlex è un packaging biodegradabile e compostabile creato con cellulosa di legno, valida alternativa alle buste di plastica trasparente.[47]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Contropro-getto

Controprogetto

Milano

2003

--

Controprogetto è un laboratorio che progetta e realizza pezzi unici, arredi su misura, allestimenti e spazi pubblici utilizzando prevalentemente materiali di recupero, soprattutto il legno.[48]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Martino design

Martino Design

Bologna

--

--

Martino Design è uno studio bolognese che realizza prodotti di interior in legno riciclato, valorizzandone le caratteristiche date dall'usura e dal tempo.[49]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Lilla Snaland Stool

Stolab

Smålandsstenar

2017

Marie-Louise Hellgren

Marie-Louise Hellgren ha progettato il Lilla Snaland stool, uno sgabello realizzato con gli scarti di produzione dell'omonima sedia, prodotta dall'azienda svedese Stolab. Lo sgabello è composto da 14 ritagli triangolari che formano la seduta, sorretta da tre gambe sempre realizzate in legno.[50]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Upcycled Wood

Staedtler

Norimberga

2022

--

L'azienda Staedtler produce matite di alta qualità con trucioli di legno prodotti durante i processi di segatura e piallatura nelle industrie tedesche di lavorazione del legno.[51]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Loag Studio

Loag Studio

--

--

--

Loag Studio è uno studio di design che progetta interni e oggetti con un'attenzione particolare ai materiali; infatti, il concetto dell'upcycling è centrale in ogni progetto.

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Stoolen

Uhuru Design

New York

--

--

Lo studio Design Uhuru produce Stoolen utilizzando sfridi di lavorazione in legno di nocciolo, che vengono posizionati e assemblati a mano; questo conferisce unicità ad ogni pezzo prodotto.[52]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

Community Wood recycling

Community Wood Recycling --

Brighton

1998

Community Wood Recycling raccoglie sul territorio britannico pallet non più utilizzabili e li impiega nella costruzione di oggetti, interni ed esterni.[53]

Valorizzazione dei materiali

Valorizzazione della provenienza locale

05

Caso Studio FAVINI

Favini è una cartiera che nasce a Rossano Veneto nel 1736 sotto la Repubblica Serenissima di Venezia, acquistata poi dalla famiglia Favini nel 1906. Nel 1998 l'azienda si espande acquisendo la Cartiera di Crusinallo. Oggi l'amministratore delegato dell'azienda è Eugenio Eger che ricopre questa funzione dal 2015.
L'azienda ha da sempre un occhio di riguardo per la sostenibilità e l'innovazione; pur consapevole dell'impatto che la produzione della carta ha sull'ambiente, si impegna ogni giorno nella riduzione del suo impatto ambientale attraverso continui adeguamenti e l'applicazione di tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni, dei consumi e degli sprechi.[54]
Nel 2021 i consumi totali di energia elettrica sono stati ridotti del 17% rispetto al 2009 e questo è stato reso possibile dall'introduzione di impianti di cogenerazione che, per esempio, nello stabilimento di Crusinallo producono il 100% di energia termica e gran parte dell'energia elettrica; l'utilizzo di questi impianti permette anche la diminuzione delle emissioni di CO2. Favini, nel corso degli anni, ha intrapreso anche altre azioni per la riduzione di emissioni, come lo sfruttamento di un corso d'acqua per la produzione di energia idroelettrica, la costante ricerca di energia pulita e l'utilizzo di luci ad alta efficienza.
Per quanto riguarda l'acqua utilizzata per la produzione di carta, Favini, rispetto al 2009 ha ridotto del 41% i volumi di acqua utilizzati, raggiungendo una cifra record. Questo è stato reso possibile dall'implementazione di un sistema di ciclo chiuso dell'acqua che permette di recuperare e riutilizzare le acque di raffreddamento delle centraline. Infine, tutte le acque in uscita dal processo vengono convogliate in un impianto di depurazione biologico che consente di ripristinare una qualità dell'acqua tale da poterla reinserire nell'ambiente.[55]
Tuttavia, Favini non rinuncia al tocco artigianale che la rende unica nel suo campo, con la produzione di carte speciali e particolari, non di massa, con l'impiego di macchinari di grandezza ridotta[56] e il massiccio impiego di persone lungo tutto il processo produttivo.
Sostenibilità, innovazione e artigianalità si sono tradotte anche nella ricerca e nello sviluppo di prodotti che rispettassero i principi dell'economia circolare, ponendo una particolare attenzione al tema dell'upcycling, ovvero della valorizzazione degli scarti e non solo. Negli anni Novanta nascono, così, le carte sostenibili "Paper from our Echosystem".

Paper from our Echosystem

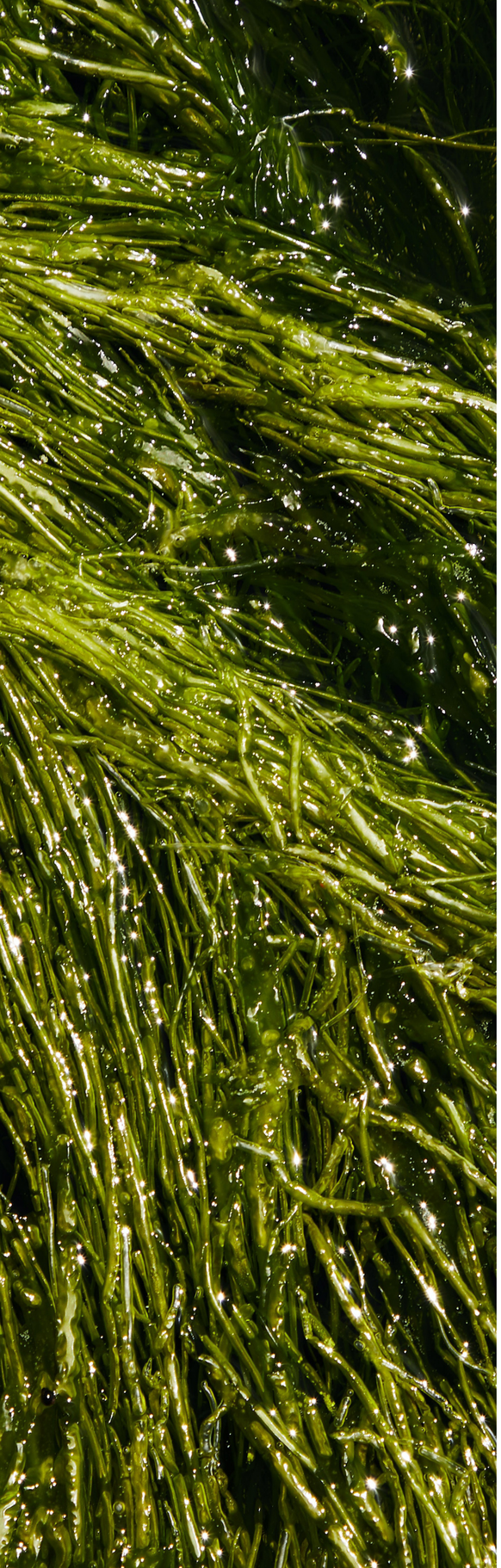
Paper from our Echosystem è il marchio di carte altamente sostenibili di Favini nato negli anni Novanta.
Il primo approccio di economia circolare si ha nel 1992 quando il Magistrato alle Acque di Venezia chiede a Favini di trovare il modo di riutilizzare le alghe infestanti della laguna. Favini brevetta, quindi, un particolare processo produttivo che prevede l'essiccazione delle alghe, la loro successiva micronizzazione e l'aggiunta all'impasto; nasce così Alga Carta, la prima di una serie di carte sostenibili.
Queste carte vengono realizzate con fibre riciclate dal 40 al 100%, con scarti tessili o agroindustriali valorizzati e con fibre alternative a quelle degli alberi, come il bambù. Questo permette alle carte di essere 100% riciclabili e biodegradabili e, quindi, di impattare in modo nettamente inferiore sull'ambiente.

Ad oggi Paper from our Echosystem comprende una gamma di sei carte sostenibili: Alga Carta, Crush, Remake, Refit, Shiro Echo e Tree Free.

Queste presentano una composizione in percentuali differenti in base ai materiali utilizzati per l'impasto; nella tabella seguente (Tabella 1) sono riportate tali percentuali e le caratteristiche principali di ogni tipologia di carta sostenibile.[57]

	Materiale	% materiale upcycled	% fibre riciclate	% materiale alternativo	Riciclabile e biodegradabile
Alga Carta	Alghe	10%	-	-	Sì
Crush	Scarti agroindustriali	15%	40%	-	Sì
Remake	Scarti di cuoio	25%	40%	-	Sì
Refit	Scarti tessili	15%	40%	-	Sì
Shiro Echo	Fibre riciclate	-	100%	-	Sì
Tree Free	Bambù e linters di cotone	-	-	100%	Sì

Tabella 1: Caratteristiche delle carte Paper from our Echosystem

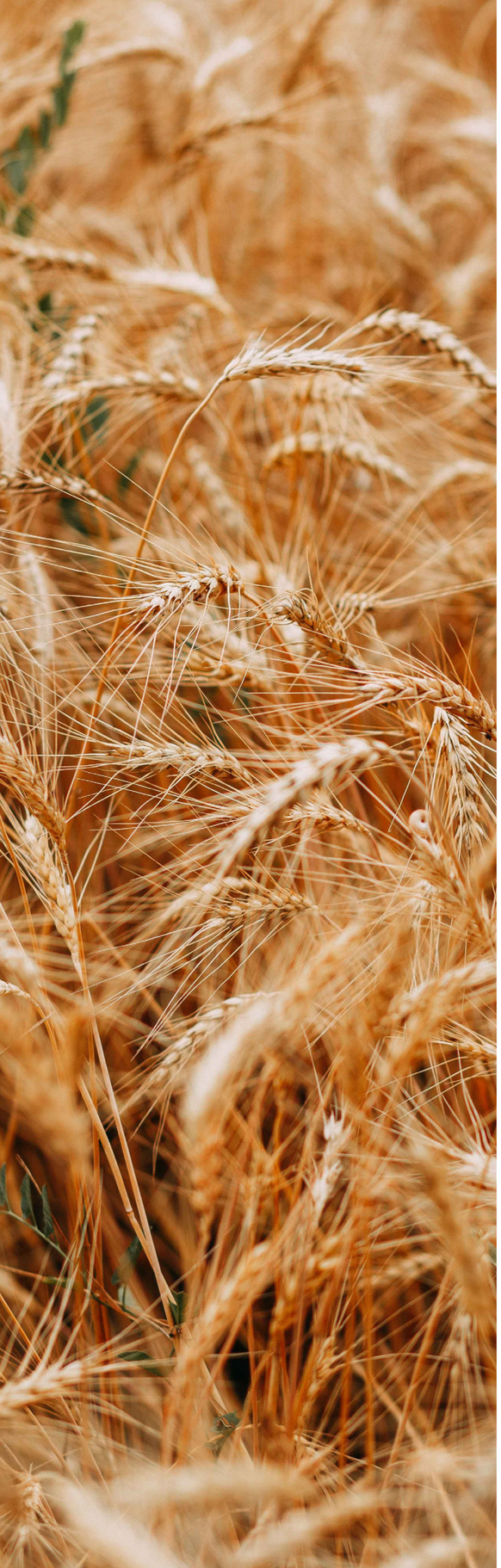


Alga Carta

Alga Carta, come detto in precedenza, nasce dalla necessità di smaltire una grande quantità di alghe infestanti la laguna di Venezia che andavano ad intaccarne il fragile ecosistema. Negli anni Novanta, quindi, Favini brevetta un processo produttivo grazie al quale queste alghe vengono integrate all'impasto della carta, attraverso la loro essiccazione e successiva micronizzazione. Oggi questa carta viene prodotta con alghe infestanti provenienti da ambienti marini in tutto il mondo. Le particelle di alga visibili donano alla carta un aspetto unico, senza andare ad intaccare le prestazioni in stampa, rendendola ideale per progetti creativi, editoriali e per packaging.
Alga Carta si presenta in due colorazioni, bianco e avorio, ed è riciclabile, biodegradabile e certificata FSC.[58]

Crush

Crush è la carta nata nel 2012 realizzata con sottoprodotti delle lavorazioni della filiera agro-industriale. Le materie prime seconde utilizzate sono gli scarti di agrumi, noce di cocco, cacao, uva, ciliegie, lavanda, mais, olive, caffè, kiwi, nocciole e mandorle; questi vengono essiccati, purificati e micronizzati per poi essere aggiunti all'impasto di cellulosa vergine e fibre riciclate post consumo. Ogni carta assume una particolare colorazione naturale data dalla tipologia di sottoprodotto inserito nell'impasto, lasciando comunque intravedere particelle di materiale.

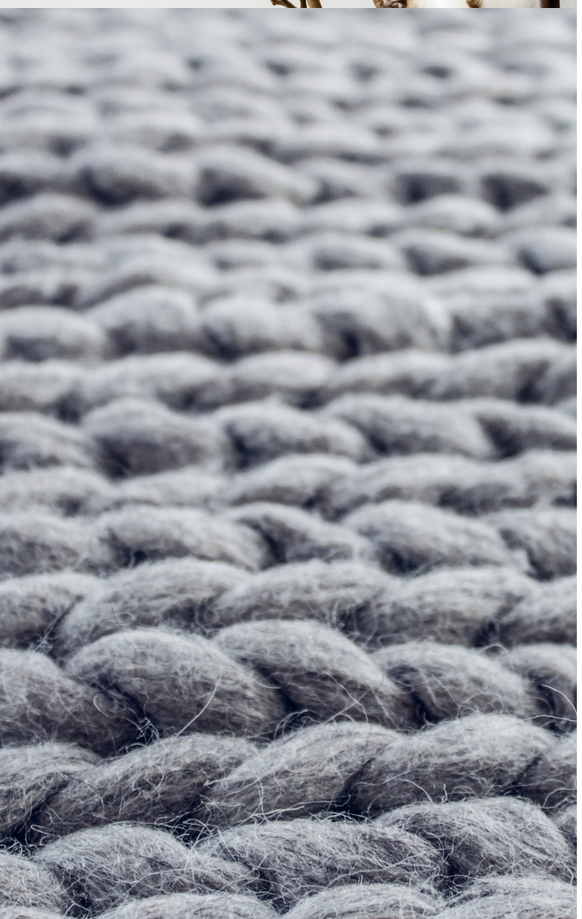


Carta Crusca

Carta Crusca, utilizzata per la creazione di una linea di packaging, è una carta realizzata in esclusiva per Barilla sull'impronta di Crush. In questa particolare carta Favini è andato a sostituire il 20% di cellulosa vergine con la crusca inutilizzabile per il consumo alimentare, andandola a nobilitare. La crusca, visibile su tutta la superficie, dona alla carta un colore naturale.[59]

Remake

Remake è la carta realizzata con residui di lavorazione del cuoio e della pelletteria provenienti dal mondo della moda. Il cuoio viene sfibrato prima di essere inserito nell'impasto, tuttavia, rimane visibile e distribuito in modo non omogeneo sulla superficie della carta, donandole un aspetto naturale e unico oltre a un effetto morbido e vellutato al tatto. Remake si presenta in sei colorazioni: oyster, sand, smoke, sky, autumn e midnight.[60]



Refit

Refit è una carta prodotta con i residui della produzione tessile di lana e cotone. In particolare, vengono recuperati e valorizzati scarti pre-consumo come cascami derivanti dalle singole lavorazioni del processo di produzione dei tessuti. Refit Wool presenta una particolare lanuggine superficiale, data dalle fibre di lana; mentre Refit Cotton lascia intravedere i classici "pilucchi" trasmettendo però una sensazione di freschezza tipica del cotone. Refit Cotton si presenta in tre colorazioni: white, pearl e grey. Refit Wool, invece, in due colorazioni: blue e black.[61]

Shiro Echo

Shiro Echo è la carta realizzata con il 100% di fibre di cellulosa riciclate, che non vanno ad intaccare le prestazioni tecniche della carta. Questa carta si presenta in due colorazioni: bright white e white. Inoltre, vengono prodotte due varianti, Shiro Echo Raw (black, grey e sand) che presenta una particolare finitura ruvida, e Shiro Echo Digital (bright white).[62]

Tree Free

Tree Free è una carta prodotta al 100% con materiali alternativi alle fibre di cellulosa provenienti dalle foreste, infatti, viene vanta l'utilizzo del 25% di linters di cotone (una parte della pianta del cotone che presenta fibre troppo corte per essere utilizzata nell'industria tessile) e il 75% di bambù. Questi due materiali provengono da colture annuali e rinnovabili dalle quali si riescono ad ottenere fibre di alta qualità che non vanno ad inficiare le proprietà della carta. Grazie all'utilizzo di bambù e linters di cotone questa particolare tipologia di carta risulta liscia e morbida al tatto. Tree Free si presenta in due colorazioni: bamboo natural e bamboo cream.[63]

Intervista a Michele Posocco

Dopo un'attenta analisi delle carte Paper from our Echosystem, si è deciso di intervistare Michele Posocco, Marketing Manager di Favini e figura chiave delle carte sostenibili Favini. L'obiettivo dell'intervista era andare a dettagliare maggiormente alcuni aspetti fondamentali di queste carte.
Per prima cosa si è andati ad approfondire il processo di produzione delle carte sostenibili, per poi andare ad esplicare in modo dettagliato le diverse percentuali di materiali presenti nei diversi impasti. Infine, si è affrontato il tema della stagionalità di alcuni scarti e le modalità di reperimento.

Qual è il processo di produzione delle carte Paper from our Echosystem?

Il processo è uguale a quello di riciclo di pura cellulosa. Noi sostituiamo una parte dell'impasto, cioè una parte della ricetta, una parte della materia prima, con dei materiali alternativi, sottoprodotti di altre filiere industriali o degli esuberi della natura (come nel caso delle alghe). Sono materiali che vengono bruciati per produrre energia oppure finiscono in discarica; noi li riutilizziamo e, quindi, facciamo un'operazione di upcycling.

La produzione della carta, quindi, grosso modo non cambia, cambia la preparazione dell'impasto perché c'è questo nuovo materiale da aggiungere e la preparazione di questa nuova materia prima, nel senso che non può essere utilizzata tale e quale a come la troviamo sul mercato, ma va rilavorata: nel caso delle alghe e degli scarti agro-industriali di Crush, viene micronizzata attraverso un mulino simile a quello per la produzione delle farine alimentari; nel caso del cuoio viene sfibrato perché si ricavano fibre di collagene; nel caso del tessile vengono tagliate le fibre perché la fibra per il mondo carta va dai 3 agli 8 mm, forse meno, e gli scarti del tessile hanno delle lunghezze che non sono sufficienti ad essere rigenerate nel mondo tessile, ma non sono abbastanza corte per il mondo carta.

Le percentuali dei materiali contenuti nelle diverse tipologie di carta da cosa dipendono? Sono percentuali fisse o potrebbero variare in base alla disponibilità di materia prima e materia prima seconda?

La fibra riciclata è un riciclato selezionato che viene da uffici o da cartotecniche, da processi di stampa e di trasformazione della carta; quindi, è un riciclato nobile, non è il riciclato del macero cittadino dove ci finisce la scatola, la plastica, un po' di tutto. Partiamo già da una materia prima selezionata perché noi abbiamo degli impianti un po' delicati e produciamo carta di alta qualità per cui non possiamo assorbire di tutto.

Shiro Echo ha il 100% di riciclato post consumo. Le altre carte ad alta sostenibilità, tipo Alga Carta, Remake, Refit e Crush, hanno il 40% perché è la percentuale minima per cui una carta possa essere riconosciuta e dichiarata riciclabile in America ed è il punto di riferimento a livello mondiale per le carte riciclate. Più riciclato si inserisce nell'impasto, più si indebolisce la carta, perché chiaramente la fibra riciclata ha già subito delle lavorazioni, per cui è già stata deteriorata.
La percentuale, invece, di materiali alternativi, varia a seconda del tipo di materiale perché ogni materiale ha caratteristiche diverse.

Il cuoio ha la percentuale più alta all'interno dei nostri prodotti standard, ovvero il 25%, perché dal cuoio, attraverso un processo di sfibratura, si ottengono nuove fibre, quindi, fibra con fibra ha una miglior coesione, una migliore resistenza e si riesce a salire di quantità.
Di tessile ne mettiamo solo il 15%, pur potendo aumentare i quantitativi, perché ha una colorazione (soprattutto il cotone) scura che andrebbe ad impattare troppo drasticamente sulla carta e quindi la renderebbe non stampabile o comunque non appetibile, però potenzialmente si può salire.

Crush ha il 15% perché è un materiale estraneo, è una polvere che si integra nel tessuto fibroso, si lega chimicamente con chemical bound attraverso il legame ad idrogeno, quindi è stabilizzato, però più si eccede con questi materiali, più la carta può avere dei problemi di stampa in seguito. Abbiamo visto che pur potendo arrivare a delle percentuali più elevate, la percentuale che ci permette di mantenere un prodotto costante e senza problemi in lavorazioni successive è il 15%.

Detto questo, però, ci sono aziende con cui collaboriamo, tipo Barilla che è arrivata al 20% dello scarto della crusca; Veuve Clicquot non è voluta scendere a compromessi, neanche con il colore della carta, per cui utilizziamo i loro scarti delle vinacce, che sono di colore molto scuro, per cui la carta è venuta fuori di un marrone-bordeaux molto scuro, ma loro l'hanno adottata per il loro packaging e abbiamo creato una carta con il 30% di sottoprodotto.

Quindi la percentuale dei nostri prodotti standard che poi devono essere utilizzati in varie lavorazioni e su cui non si ha mai il controllo pieno, è stata settata su delle percentuali di sicurezza. Prodotti speciali in cui si conosce lo stampatore, si conosce il cliente e il cliente accetta che se c'è qualche piccolo problema di stampa, non è un problema, si può salire anche di quantità.

La stagionalità degli scarti alimentari influisce sulla produzione di carta Crush?

Di questi scarti ce n'è fin che si vuole. Solo di pergamino del caffè, che è la pellicina che viene persa dal chicco durante la fase di torrefazione, ce ne sono 7500 tonnellate ogni anno in Italia e finiscono in discarica, non possono neanche essere bruciate perché producono polveri sottili, in qualche caso vengono utilizzate come ammendanti per l'agricoltura. Bucce delle arance: su una produzione di 1 milione di tonnellate di arance per produrre succhi in Italia, si producono 600 mila tonnellate di bucce di arance allo stato umido (noi usiamo il secco) che poi vengono lavorate da tutta una serie di aziende della filiera alimentare, viene ricavata pectina, vengono ricavate essenze

per il mondo della cosmesi, vengono prodotti pneumatici usando un compound derivante proprio dalla buccia delle arance, poi arriviamo noi che con lo scarto secco, il sottoprodotto di queste lavorazioni, lo trasformiamo in carta.

Ci sono alcuni materiali che hanno stagionalità, tipo le arance perché la campagna di raccolta va da novembre fino a gennaio/febbraio; l'uva perché viene raccolta da settembre a ottobre, però noi non utilizziamo la vinaccia che viene prodotta dalle cantine, perché è umida e non si riesce ad essiccarla.
La vinaccia viene conferita alle distillerie che la stoccano in dei silos per prevenire che faccia muffa, e poi loro la utilizzano per i successivi sei mesi; quindi, hanno campagne che arrivano fino ad aprile/maggio di distillazione. Lo scarto di distillazione è il vinacciolo, che è il seme dell'uva che viene dato agli oleifici (si produce olio che vendono poi nei negozi del biologico); la buccia dell'uva è, invece, un materiale molto meno nobile che viene dato ai mangimifici come integratore vitaminico, minerale e di fibre per i mangimi degli animali, noi prendiamo quella porzione là che è secca, però ce l'abbiamo solo all'interno di quella finestra di disponibilità, nella fase della distillazione.

Noi siamo in grado di programmare il quantitativo di sottoprodotto che ci serve annualmente e quindi nel momento della campagna delle arance, dell'uva e degli altri materiali che sono soggetti a campagne, facciamo approvvigionamento per tutto l'anno.

Quindi le quantità di carta che vengono prodotte sono uguali tra le diverse tipologie? O c'è una tipologia che viene prodotta in maggiori quantità rispetto ad un'altra?

No all'interno del range Crush, che sono 12 elementi, ci sono elementi che hanno delle vendite sicuramente superiori: il mais, l'uva, il cacao, il kiwi... Quindi noi sappiamo, sulla base dei dati storici che aumentiamo, perché è un prodotto che cresce di anno in anno come volumi di vendita, e facciamo un approvvigionamento abbondante in modo che comunque non rimaniamo senza.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento dei materiali alternativi, ve ne occupate voi o vi appoggiate ad un servizio esterno?

Ci occupiamo noi dell'approvvigionamento, ci occupiamo noi anche della ricerca dei materiali, spesso ci sono aziende (nella maggior parte dei casi)

che vengono a proporre i materiali a Favini, spesso per sviluppare dei prodotti ad hoc per loro stessi. Inizialmente siamo andati noi alla ricerca dei materiali perché non c'era un mercato, una filiera, ma le filiere le abbiamo costruite noi, abbiamo trovato i partner che, in alcuni casi, ci lavorano i materiali e ci preparano i materiali per essere utilizzati in carta; quindi, diciamo che buona parte del know-how è la costruzione e la gestione della filiera.

Ci sono state problematiche particolari durante la produzione di queste carte?

Una volta che poi queste carte sono realizzate generalmente non ci sono problemi, ovvero, rispetto ad una carta normale, tradizionale su cui il cliente ha un'aspettativa di qualità, stabilità e costanza molto elevata, quando capisce il contenuto di queste carte e capisce che ci sono dei materiali estranei, se ci sono delle variazioni di tinta, di presenza più o meno marcata delle inclusioni (perché i materiali che noi utilizziamo si vedono all'interno della carta), se c'è qualche problema di stampa, è tutto accettato generalmente.

06

Conclusioni dello scenario e dei casi studio

Analizzando lo scenario relativo alla raccolta e al riciclo dei materiali organici è emerso che la raccolta è frammentata tra le diverse regioni d'Italia e ciò dipende soprattutto dalla regolamentazione inerente alla raccolta differenziata gestita dai singoli comuni. Questo vale sia per la raccolta dei rifiuti urbani, sia per la raccolta dei rifiuti industriali. Tuttavia, negli anni si è visto un incremento della raccolta differenziata e del conseguente riciclo degli scarti raccolti.
Dall'analisi è stato possibile dedurre che ogni materiale presenta una gestione diversa, nonostante in alcuni casi si possono riscontrare somiglianze; di conseguenza emergono problematiche che in alcuni casi differiscono da materiale a materiale, mentre in altri si ripresentano uguali per più materiali. Per questo motivo di seguito verrà analizzato lo scenario per ogni materiale separatamente.

Carta

Per quanto riguarda la filiera della carta, nella differenziata vengono raccolte diverse tipologie di carta e cartone. Come detto in precedenza, non può essere riciclato tutto insieme e, soprattutto con gli scarti urbani, bisogna fare un controllo iniziale per rimuovere tutti quegli scarti di materiali estranei alla carta differenziati erroneamente.
In alcune cartiere sono presenti macchinari che riescono a suddividere il materiale in entrata per tipologia, in altre, invece, questa operazione risulta più difficile o, addirittura, impossibile (per esempio è il caso della cartiera Favini). Questo vuol dire che carta e cartone raccolti in ambito urbano non possono essere riciclati ovunque e in alcuni casi finiscono al macero; quindi, nella maggior parte dei casi, si prediligono gli scarti selezionati a monte provenienti da uffici, cartotecniche, processi di stampa e di trasformazione della carta e GDO, che comprendono sfridi pre-consumo, packaging o carta stampata. Questi scarti, essendo già stati selezionati a monte, sono nobili rispetto a quelli urbani e, di conseguenza, l'output avrà una qualità maggiore.
Per quanto riguarda il processo di riciclo, invece, esso è molto simile a quello di produzione della carta vergine. Inoltre, è un processo che permette l'aggiunta di materiali estranei senza che questi ne modifichino le varie fasi.

Legno

La filiera del legno viene gestita diversamente a seconda dell'output che si vuole ottenere. Per il riciclo di questo materiale vengono utilizzati per lo più scarti post-produzione provenienti dalle GDO o dall'industria, quindi imballaggi di tipo primario, secondario e terziario. Per i processi di upcycling, invece, si utilizzano prevalentemente scarti pre-consumo che, talvolta, devono avere anche una qualità maggiore. In entrambi i casi gli scarti vengono presi dalle industrie in quanto maggiori produttrici di scarti legnosi.
Anche gli output che si ottengono dai due processi sono molto diversi.

Tessuti

La filiera tessile presenta problematiche maggiori sia sul fronte del recupero degli scarti, sia su quello dei materiali.
Per quanto riguarda la raccolta in ambito urbano, essa è ancora molto arretrata rispetto ad altri materiali, basti pensare che fino al 2021 non esisteva nessun consorzio nazionale per la filiera tessile. Questo comporta lo smaltimento improprio di ingenti quantità di tessuto e la difficoltà di reperimento di quest'ultimo da coloro che si occupano del riciclo delle materie tessili.
Un'altra problematica riscontrata è quella della composizione della maggior parte dei tessuti: al giorno d'oggi si ricorre sempre più spesso all'uso di accoppiati che, arrivati a fine vita, sono difficilmente separabili in un'ottica di riciclo; il processo di separazione comporta, inoltre, dei costi elevatissimi che rendono il riciclo di questa tipologia di tessuti sconveniente rispetto allo smaltimento. Uno dei lati positivi del riciclo dei tessuti è il risparmio di ingenti quantità d'acqua e di coloranti rispetto alla produzione di nuovi capi o prodotti.

Scarti agro-alimentari e frazione verde

Dall'analisi dello scenario è emerso che la frazione di umido proveniente dalla raccolta urbana è fortemente disomogenea e variabile in base a moltissimi fattori, tra cui le stagioni, la densità abitativa, la demografia e la cultura. Inoltre, come avviene anche per altri materiali, spesso si trovano elementi estranei all'umido che vanno rimossi prima che inizi il processo di riciclo. Questi aspetti la rendono fortemente imprevedibile per quanto riguarda la qualità e la quantità, quindi inadatta per un tipo di riciclo creativo per il quale è necessaria una materia prima seconda di una qualità superiore. Tale materia può essere recuperata dalla filiera industriale, dove si ha la garanzia di avere quantità costanti e adeguate e una qualità superiore. Un altro aspetto importante per l'upcycling è il fatto di riuscire a reperire facilmente i rifiuti organici per singola tipologia (per esempio solo bucce di patate o solo scarti di mela).
Per quanto riguarda i processi di riciclo e upcycling, invece, si riscontrano numerose differenze. Nel processo di riciclo gli scarti vengono fatti fermentare, mentre in quello di upcycling vengono principalmente fatti essiccare e, talvolta, triturati (soprattutto quando vengono addizionati ad altri materiali, come per esempio alla carta o a bioplastiche).

07

Linee Guida

Introduzione alle linee guida

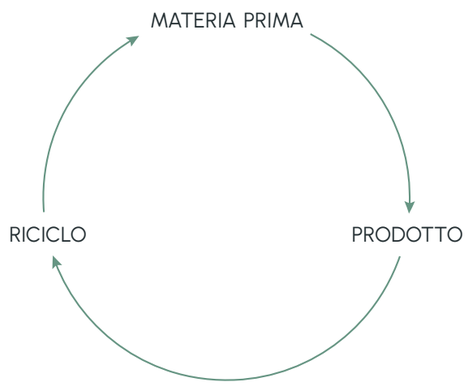
Il capitolo conclusivo raccoglie sei linee guida progettate per aiutare il designer nella progettazione di materiali e prodotti che vadano a valorizzare gli scarti organici trattati precedentemente.
Le linee guida elaborate sono frutto di un'attenta analisi dello scenario attuale per quanto riguarda i processi di riciclo di materiali organici come il legno, i tessuti organici, la carta e gli scarti agroalimentari, e di alcuni casi studio incentrati sulla valorizzazione degli stessi scarti.
Il focus progettuale è stato posto sulla valorizzazione degli scarti attraverso la predilezione di processi circolari e di filiere corte che hanno come obiettivo la sostenibilità ambientale ed economica; l'utilizzo della multisensorialità nei materiali; la creazione di uno storytelling che ha lo scopo di raccontare la storia del materiale dalla provenienza dello scarto ai processi di trasformazione utilizzati, all'insegna della trasparenza.

Circolarità

Circolarità vuole dire trasformare un materiale giunto a fine vita e farlo tornare una materia prima, un elemento fondamentale per la creazione di nuovi prodotti, andandone poi a progettare anche il fine vita o il riciclo; vuole dire, quindi, dare una nuova vita a un materiale o ad un oggetto, senza smaltirlo prima del necessario. Per fare ciò, quindi, gli scarti organici, come carta, tessuti, scarti agro-alimentari, legno, devono essere raccolti adeguatamente e sottoposti a lavorazioni che li trasformino in una materia prima seconda. In questo modo diventano degli input per un'altra azienda che li valorizzerà creando nuovi prodotti. Si ha, così, la possibilità di ridurre drasticamente l'uso di materiali vergini, di acqua, di sostanze chimiche e non e di ridurre le emissioni di CO_2.
Un altro aspetto importante di un ciclo di vita chiuso e, quindi, circolare, è la progettazione del fine vita del nuovo materiale. è necessario che il prodotto finito (output) sia biodegradabile, compostabile o che i materiali possano essere riciclati, avendo così un impatto minore sull'ambiente.

1

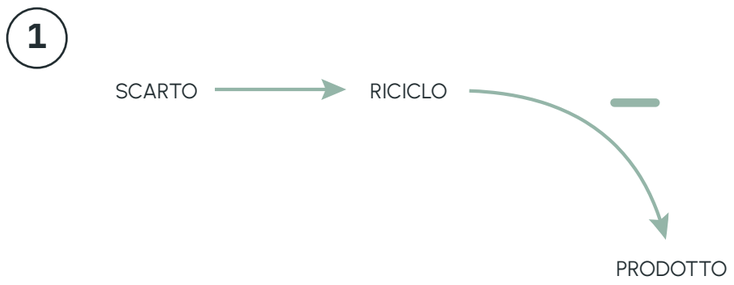
2



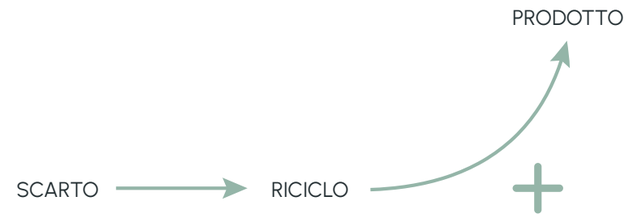
Valorizzazione

Con i classici processi di riciclo non si va quasi mai ad aggiungere valore agli scarti, ma spesso essi si reimmettono nel ciclo produttivo con meno valore rispetto a prima. Una delle conseguenze più comuni di questi processi, inoltre, è l'impossibilità di riciclare lo scarto una seconda volta.
Un'opzione migliore e che spesso comporta maggiori vantaggi è quella di ricorrere a processi in cui gli scarti acquisiscono un valore maggiore o uguale rispetto a prima; tali processi devono anche mirare a un successivo e ulteriore recupero del materiale, allontanando il più possibile lo smaltimento dello stesso.
Per preservare maggiormente il materiale e renderlo, così, idoneo ad un ulteriore recupero, lo si deve sottoporre a un numero limitato di lavorazioni; per alcuni materiali, invece, come gli scarti agroalimentari, si devono applicare lavorazioni che vadano a conservare le proprietà del singolo materiale per il maggior tempo possibile, per esempio tramite essiccatura o combinando questi scarti con bioplastiche.

1



2

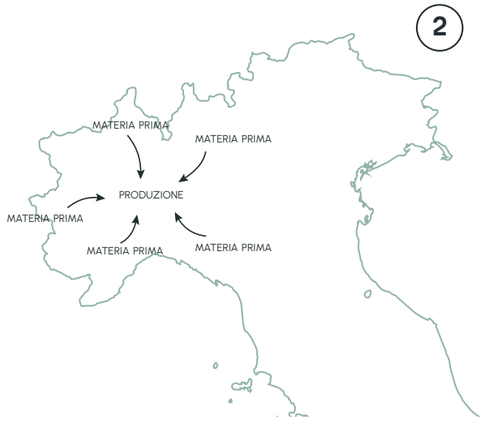


Località della filiera

Grazie al fenomeno della globalizzazione, al giorno d'oggi, è possibile far circolare merci per tutto il mondo; per questo non è raro che si cerchino materie prime lontano dal luogo di produzione. Questo però comporta degli svantaggi per quanto riguarda la sostenibilità ambientale ed economica, spostando merci o materie prime per lunghe tratte, infatti, si emettono grandi quantità di CO_2 e più la tratta è lunga, più lo spostamento costerà.
Per avere una filiera più sostenibile gli scarti devono provenire da aziende vicine al luogo di produzione del nuovo materiale o dei nuovi prodotti. Una filiera corta, infatti, permette di ridurre le distanze e, di conseguenza, i costi logistici e le emissioni di CO_2.
Un altro aspetto da tenere in considerazione è che ogni territorio ha una storia e delle caratteristiche che lo differenziano da un altro. Per andare a valorizzare il territorio e gli scarti che produce, è necessario preferire questi ultimi rispetto a scarti provenienti da territori lontani.

1

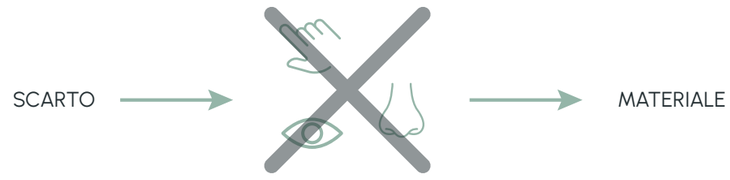
2



Materiale multisensoriale

La multisensorialità del materiale deve avere un duplice scopo: serve a valorizzare gli scarti utilizzati e può essere utilizzata come mezzo di comunicazione.
La materia prima seconda può, infatti, essere utilizzata per comunicare un messaggio o esplicitare una funzione. Per esempio, in un packaging può essere utilizzata per comunicare il prodotto contenuto al suo interno.
Ma come si rende un materiale multisensoriale? Innanzitutto, la materia prima seconda deve definire la texture del materiale, non deve essere nascosta e non devono essere tolte le sue imperfezioni, nella dimensione in cui esse non vanno ad intaccare la qualità del materiale. In questo modo la materia prima seconda non si nasconde, ma, al contrario, si rende visibile all'interno del nuovo materiale.
Dove possibile la materia prima seconda deve conservare il proprio odore, in modo tale che l'utente finale venga stimolato dall'odore e riesca a riconoscere la presenza di un determinato materiale all'interno di un prodotto.

1



2

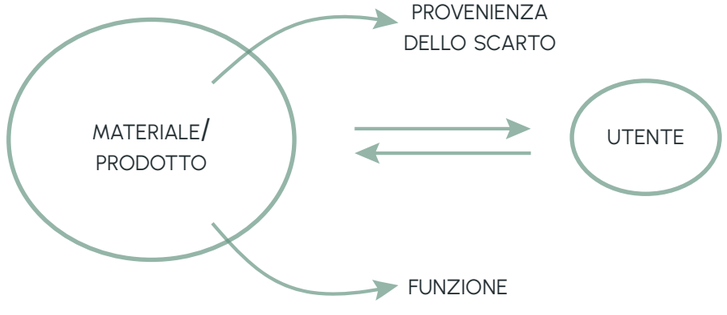
Comunicazione

La comunicazione è un aspetto molto importante nella valorizzazione di un materiale o di un oggetto e si articola su due livelli: una comunicazione del passato e una comunicazione del presente.
Il nuovo materiale è creato con scarti che, come tali, hanno una storia, una provenienza particolare. Questa storia deve essere raccontata attraverso uno storytelling incentrato sullo scarto utilizzato per la creazione del nuovo materiale e che crei fidelizzazione nell'utente finale.

Per quanto riguarda il livello di comunicazione presente, invece, si intende l'utilizzo del materiale come mezzo comunicativo. In questo caso lo scarto serve a comunicare qualcosa o a rendere esplicita una funzione.

1

2



Trasparenza

Spesso è difficile se non impossibile risalire alla provenienza di un prodotto o di un materiale, si hanno poche informazioni sulla carbon footprint e tutto ciò è frutto della scarsa trasparenza di molte aziende produttrici.
La trasparenza, però, è necessaria per due aspetti: in primis per far conoscere maggiormente il prodotto finale all'utenza, guidandola verso un acquisto e un utilizzo consapevole. Grazie anche a questo, si viene a creare fidelizzazione nell'utente, che sarà più propenso all'acquisto di questo prodotto rispetto ad un altro.
Risulta importante, quindi, comunicare la provenienza dello scarto, del materiale utilizzato, andando anche ad illustrare le varie fasi processuali che si verificano all'interno della filiera.
Infine, è necessario essere trasparenti anche sulla sostenibilità del materiale/prodotto; sostenibilità intesa a 360°, quindi ambientale, economica e sociale.
Una trasparenza di questo tipo è promossa dalla filiera corta.

1

2

Conclusioni

L'analisi svolta ha permesso di definire delle linee guida progettuali volte al recupero e alla valorizzazione degli scarti organici.
Nella prima parte della tesi sono stati analizzati i dati sulla produzione e la raccolta dei rifiuti organici in Europa e in Italia. Questa analisi ha permesso di avere un quadro generale sullo stato dell'arte per quanto riguarda i rifiuti urbani ed è emerso che la raccolta dei rifiuti organici urbani in Italia è frammentata e in alcuni casi ancora arretrata; un esempio è la raccolta dei tessuti.

Successivamente sono stati studiati i diversi processi di riciclo dei quattro materiali organici trattati, mettendoli poi a confronto con alcuni casi studio incentrati sull'upcycling degli stessi materiali. Questo studio ha messo in luce le differenze e le similarità dei due approcci, facendo emergere alcuni aspetti chiave per la definizione delle linee guida.

Una delle osservazioni scaturite in seguito allo studio dei processi e dei casi studio, è la predilezione per gli scarti industriali, perché maggiormente affidabili e reperibili in maggior quantità e qualità rispetto a quelli urbani; aspetto che ha influenzato e guidato la successiva definizione delle linee guida.

Concludendo, sono state individuate sei linee guida progettuali, che si prefissano di essere il punto di partenza per futuri progetti volti al recupero e alla valorizzazione degli scarti organici.
In questi sei punti vengono affrontate e specificate delle caratteristiche fondamentali per la progettazione dell'upcycling degli scarti organici e viene sottolineata l'importanza di queste caratteristiche nel contesto di uno sviluppo sostenibile che risponda alle esigenze presenti e future.

Sitografia

[1] ISPRA, «Rapporto rifiuti urbani - Edizione 2022», 2022

[2] COMIECO, «27mo Rapporto annuale», luglio 2022, https://www.comieco.org/downloads/12721/8599/27mo%20Rapporto%20annuale%20Comieco_2022_dati%202021.pdf.

[3] RILEGNO, «Rapporto 2022 - Rilegno | Rilegno», Rilegno - Consorzio Nazionale per la raccolta il recupero e il riciclaggio degli imballaggi di legno (blog), 15 luglio 2022, https://www.rilegno.org/rapporto-2022-rilegno/.

[4] ISPRA, «Rapporto rifiuti urbani - Edizione 2022».

[5] Wikipedia, «Carta», in Wikipedia, 7 gennaio 2023, https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Carta&oldid=131384101.

[6] Aticelca, «Sistema di valutazione 501:2019», 2019, https://aticelca.it/1/wp-content/uploads/2019/08/sistema_di_valutazione_501_2019.pdf.

[7] CONAI, «Conai Progettare Riciclo», 8 luglio 2020, http://www.progettarericiclo.com/docs/linee-guida-la-facilitazione-delle-attivita-di-riciclo-degli-imballaggi-prevalenza-cellulosica#.

[8] Albert Jackson, David Day, e Simon Jennings, Manuale dei lavori in legno, 1989.

[9] RILEGNO, «La filiera degli imballaggi di legno», 2014, 14 gennaio 2023

[10] Fondazione per lo sviluppo sostenibile, «L'Italia del Riciclo 2021», 2021, 29 gennaio 2023

[11] RILEGNO, Come si ricicla il legno?, 2018, https://www.youtube.com/watch?v=h2KweU-BedbU.

[12] RILEGNO, «La filiera degli imballaggi di legno».

[13]https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Cotone_(fibra)&oldid=131187482#Tessuto, 23 gennaio 2023

[14]https://www.sacchettiditessuto.it/blog/materiali/cotone-cose-dove-nasce-e-come-si-lavora, 23 gennaio 2023

[15] Nicola Scuor, «Materiali Naturali», 2020, https://moodle2.units.it/pluginfile.php/370473/mod_resource/content/1/MN_origine_vegetale.pdf.

[16]https://www.sacchettiditessuto.it/blog/materiali/lino-cose-dove-nasce-e-come-si-lavora, 23 gennaio 2023

[17] https://www.studenti.it/lana-proprieta-impieghi-produzione.html, 24 gennaio 2023

[18] Tuttogreen, «Tutto sulla lana, dalla lavorazione alle varietà, e perché è una fibra eco», Tuttogreen (blog), 5 settembre 2019, https://www.tuttogreen.it/lana-fibra-tessile/.

[19] https://www.geopop.it/il-backstage-della-seta-che-tessuto-e-da-dove-proviene-e-come-si-produce/, 24 gennaio 2023

[20] https://rifo-lab.com/blogs/blog-di-rifo/cashmere-rigenerato, 24 gennaio 2023

[21] Geopop, Come si riciclano i vestiti, 24 gennaio 2023, https://www.geopop.it/video/come-si-riciclano-i-vestiti/

[22] HERAmbiente, «Trattamento Scarti Lignocellulosici a Ozzano Emilia - HERAmbiente», consultato 29 gennaio 2023, https://ha.gruppohera.it/impianti/compostaggio/impianto_compostaggio_ozzano_emilia.

[23] HERAmbiente, «Impianti di Smaltimento e Trattamento dei Rifiuti - HERAmbiente», consultato 14 gennaio 2023, https://ha.gruppohera.it/impianti/.

[24] «Materiali tessili riciclati - Le materie prime seconde Rifò», consultato 25 gennaio 2023, https://rifo-lab.com/pages/materie-prime-seconde.

[25] «Ecodesign Made in Italy», Essent'ial (blog), consultato 25 gennaio 2023, https://www.essent-ial.com/sostenibilita/.

[26] «Archivist Studio | Upcycling Luxury Hotel Linen», Archivist Studio | Upcycling luxury hotel linen, consultato 29 maggio 2023, https://www.archivist.studio/.

[27] Blue of a Kind, «(Re)Made in Italy», Blue of a Kind, consultato 29 maggio 2023, https://www.blueofakind.com/pages/remade-in-italy.

[28] «Really», consultato 29 maggio 2023, https://www.kvadrat.dk/en/really.

[29] «Textile Manufacturer | The New Denim Project | Guatemala City», Tndp, consultato 29 maggio 2023, https://www.thenewdenimproject.com.

[30] «Chip[s] Board, l'MDF eco-friendly dalle bucce delle patate», Teknoring (blog), 16 aprile 2019, https://www.teknoring.com/news/invenzioni/chips-board-mdf-eco-friendly-bucce-patate/.

[31] «BioCosì – Il bio-packaging intelligente», consultato 25 gennaio 2023, https://www.biocosi.org/.

[32] «Frumat», Symbola (blog), consultato 25 gennaio 2023, https://www.symbola.net/approfondimento/frumat/.

[33] «Naturally clicquot», Nudi o Vestiti?, 8 settembre 2015, https://www.nudiovestiti.it/it/catalogo/naturally-clicquot.

[34] «MycoComposite: Technology for Sustainable Eco-Friendly Packaging — Ecovative», consultato 25 gennaio 2023, https://www.ecovative.com/pages/mycocomposite.

[35] «LeapTM The Leather Alternative by Beyond Leather», consultato 25 gennaio 2023, https://www.explore-leap.com/.

[36] «Peel Saver», Paolo Stefano Gentile (blog), consultato 25 gennaio 2023, https://paolostefanogentile.it/project/peel-saver/.

[37] «Abour Our Sustainability for Innovative Biomaterials for Fashion», VEGEA (blog), consultato 25 gennaio 2023, https://www.vegeacompany.com/sustainability/.

[38] «Piñayarn», Ananas Anam, consultato 25 gennaio 2023, https://www.ananas-anam.com/pinayarn/.

[39] «Kaffeeform – Our Material», Kaffeeform (blog), consultato 25 gennaio 2023, https://www.kaffeeform.com/en/material/.

[40] «Coffee Watch», Kaffeeform (blog), consultato 25 gennaio 2023, https://www.kaffeeform.com/en/shop/coffee-watch/.

[41] «Malai Material», Malai Eco, consultato 25 gennaio 2023, https://malai.eco/blogs/news/about-malai-material.

[42] «Processo · Orange Fiber», Orange Fiber (blog), consultato 25 gennaio 2023, https://orangefiber.it/it/processo/.

[43] «Recycled newspaper pencils», Nudi o Vestiti?, 24 novembre 2021, https://www.nudiovestiti.it/it/catalogo/recycled-newspaper-pencils.

[44] SPI, «What Is Molded Pulp?», Sustainable Packaging Industries (blog), 13 dicembre 2013, https://s-packaging.com/pulp/what-is-molded-pulp/.

[45] «EGG PACKAGING», Nudi o Vestiti?, 4 marzo 2021, https://www.nudiovestiti.it/it/catalogo/egg-packaging.

[46] «Paper from our Echosystem», FAVINI (blog), consultato 25 gennaio 2023, https://www.favini.com/sostenibilita/paper-from-our-echosystem/.

[47] «Compostable Product Packaging by NatureFlexTM», NatureFlex, consultato 25 gennaio 2023, https://www.natureflex.com/.

[48] «design sostenibile su misura», controprogetto, consultato 25 gennaio 2023, https://www.controprogetto.it/.

[49] «RECYCLED WOOD», 19 aprile 2016, https://www.martinodesign.it/products/recycled-wood.

[50] «Stolab's Lilla Snåland Stool Is Made from Manufacturing Waste», Dezeen, 3 novembre 2022, https://www.dezeen.com/2022/11/03/stolab-stories-lilla-snaland-stool-manufacturing-waste-video/.

[51] «È nelle nostre mani. Matite in grafite e matite colorate –Made from upcycled wood.», STAEDTLER, 9 dicembre 2021, https://www.staedtler.com/it/it/scopri/e-nelle-nostre-mani-matite-in-grafite-e-matite-colorate-made-from-upcycled-wood/.

[52] «Stoolen 16"», Uhuru Design, consultato 29 maggio 2023, https://www.uhurudesign.com/products/stoolen-16.

[53] NCWRP, «Home», Community Wood Recycling (blog), consultato 29 maggio 2023, https://communitywoodrecycling.org.uk/.

[54] FAVINI, «Azienda», FAVINI (blog), consultato 26 gennaio 2023, https://www.favini.com/su-di-noi/azienda/.

[55] FAVINI, «Sostenibilità», FAVINI (blog), consultato 26 gennaio 2023, https://www.favini.com/sostenibilita/.

[56] Pixartprinting, undefined, «Una passeggiata per la cartiera di Rossano Veneto (Vicenza) di Favini | Pixartprinting», Il blog di Pixartprinting, consultato 26 gennaio 2023, https://www.pixartprinting.it/blog/cartiera-favini/.

[57] FAVINI, «Paper from our Echosystem».

[58] FAVINI, «Caratteristiche», Graphic Specialities (blog), consultato 26 gennaio 2023, https://www.favini.com/gs/carte-grafiche/alga-carta/caratteristiche/.

[59] FAVINI, «Carta Ecologica Da Scarti Frutta e Noci | Crush | Favini», Graphic Specialities (blog), consultato 26 gennaio 2023, https://www.favini.com/gs/carte-grafiche/crush/cos-e-crush/.

[60] FAVINI, «Carta Cuoio per Stampe Di Pregio e Riuso Creativo | Remake | Favini», Graphic Specialities (blog), consultato 26 gennaio 2023, https://www.favini.com/gs/carte-grafiche/remake/caratteristiche/.

[61] FAVINI, «Caratteristiche Refit, La Carta Di Favini Nata Da Scarti Di Lana e Cotone», Graphic Specialities (blog), consultato 26 gennaio 2023, https://www.favini.com/gs/carte-grafiche/refit/caratteristiche/.

[62] FAVINI, «Caratteristiche», Graphic Specialities (blog), consultato 26 gennaio 2023, https://www.favini.com/gs/carte-grafiche/shiro-echo/caratteristiche/.

[63] FAVINI, «Tree Free», Graphic Specialities (blog), consultato 26 gennaio 2023, https://www.favini.com/gs/carte-grafiche/tree-free/caratteristiche/.