



Corso di Laurea Magistrale in Design Sistemico
Politecnico di Torino

A.A. 2024/2025

FIBRE INFESTANTI

Sviluppo di un filato a partire dall'Arundo donax

Relatore: Andrea Di salvo

A cura di: Elena Bernocco

INDICE

01. Introduzione	6
Il design speculativo nella moda	8
02. Sistema moda	12
Società e percezione	14
Economia	17
Politica	20
Cultura Materiale	30
Sostenibilità	33
Moda digitale	38
Digital Ethnography	44
03. Consapevolezza	54
Il potere del consumatore	56
Casi studio	61
Analisi casi studio	108
04. Proposte concept	110
Storyconcept	112
Scelta storyconcept	119

05. Scenario	120
Fibre tessili	122
Fibre naturali	128
Fibre artificiali	146
Fibra proteica del latte	161
Fibra tessile a partire da una pianta invasiva	167
06. Personas	180
07. Concept	190
Definizione concept	192
08. Arundo donax	194
La pianta	196
Processo produttivo	202
Sperimentazione a livello domestico	205
Sistema	212
Biodegradabilità	217
09. Conclusioni	220
Future Step	224
Bibliografia	228

01

INTRODUZIONE

Il design speculativo nella moda

Il sistema moda rappresenta una delle strutture più influenti del presente, un articolato ecosistema industriale. Nonostante l'illusoria leggerezza delle sue produzioni, dietro si celano meccanismi complessi, che spaziano dall'esigenze di mercato alla devastazione ambientale. Di conseguenza, la moda è uno specchio dove dinamiche sociali, economiche e culturali lottano per trovare un loro equilibrio inevitabilmente precario.

In questo scenario, il design specula-

tivo emerge come strumento critico per ripensare radicalmente il sistema moda. Esso non si limita a proporre soluzioni incrementali, bensì immagina futuri alternativi, provocatori, che sfidano le convenzioni attuali e rivelano possibilità inesplorate.

Nel contesto della tesi, la speculazione è un manifesto: un invito a esplorare la capacità del design di destabilizzare l'ovvio, di interrogare il presente e di costruire ecologie di interventi capaci di generare impatti a lungo termine.

Paradosso del sistema moda

Tra le provocazioni centrali, si inserisce la necessità di superare il "tempocentrismo", ossia la tendenza a focalizzarsi sul breve termine, tipica del consumismo moderno.

Infatti, la velocità del fast fashion ha trasformato il pret-a-porter in un oggetto usa e getta; ciò riflette i suoi effetti sulla qualità percepita del prodotto e sul valore culturale del settore.

Parallelamente, l'interazione tra intelligenza artificiale e moda evidenzia il paradosso di un'industria che utilizza tecnologie avanzate per alimentare il consumismo, ma che potrebbe altrettanto essere riconfigurata per sostenere un futuro più giusto e consapevole. Inoltre, la personalizzazione di massa sembra offrire un'alternativa promettente, riducendo gli sprechi attraverso la produzione su richiesta. I consumatori devono essere disposti ad aspettare tempi di fabbricazione più lunghi per ottenere un prodotto unico, sfidando l'ideale della gratificazione immediata.

Tuttavia, andando più nel dettaglio questa pratica può generare ulteriori rischi ambientali se non supportata da politiche adeguate.

Questa tesi si colloca quindi all'intersezione tra critica sistemica, imma-

ginazione speculativa e pratica progettuale, proponendo un'indagine approfondita sui limiti e le potenzialità del sistema moda.

Si cerca di andare oltre all'ottimizzazione dei processi per ridurre l'impatto ambientale, piuttosto si punta a ricostruire radicalmente le relazioni tra il concetto di produzione, consumo e ambiente.

In questo senso, un approccio sistemico aiuta a trovare soluzioni che affrontano le numerose cause di un complesso insostenibile.

Attraverso un progetto speculativo, si vuole svelare come il settore tessile possa essere un mezzo per far discutere sui grandi temi della nostra epoca: l'ambiente, la giustizia sociale e l'identità culturale.

Ripensare al sistema moda

La moda contemporanea è spesso descritta come “fast”, un attributo che, pur riferendosi alla velocità di produzione e consumo, sottende una miopia progettuale incapace di considerare gli impatti a lungo termine.

Circa il 60 % degli articoli prodotti viene smaltito entro un anno dalla produzione.

Remy et al., 2016

Il fast fashion, con i suoi ritmi insostenibili, è l’incarnazione perfetta di un sistema costruito sulla base della linearità, dove estrazione, produzione e smaltimento si susseguono senza soluzioni di continuità.

All’interno del quadro, il design speculativo si distingue come pratica progettuale in grado di sfidare le convenzioni e stimolare scenari alternativi, con l’obiettivo di far riflettere sulle logiche radicate che governano il sistema.

L’approccio speculativo abbraccia l’incertezza e la complessità, integrando strumenti come la narrazione diegetica, la costruzione di scenari e l’uso di archetipi. Grazie ai quali viene sviluppata la capacità del design di intervenire nei sistemi complessi ed una

nuova prospettiva verso futuri utopici e distopici. Tali metodologie hanno dimostrato di essere efficaci nell’attivare immaginazione e consapevolezza critica, soprattutto in ambienti accademici e partecipativi.

Nel contesto della moda, questo significa proporre scenari che non solo criticano l’industria per i suoi abusi ambientali e sociali, ma che esplorano anche nuovi paradigmi di produzione e consumo.

Cambiamento sistemico

Il cuore della tesi risiede nell’esplorazione e nello sviluppo di un progetto speculativo che possa influenzare la percezione del sistema moda e il comportamento dei suoi attori.

Attraverso l’approccio sistemico, il progetto punta ad integrare i principi di design speculativo per affrontare le contraddizioni del settore e proporre soluzioni innovative.

La moda, lungi dall’essere solo un’industria o un’espressione estetica, si rivela un laboratorio per immaginare e sperimentare nuovi modi di abitare il mondo.

02

SISTEMA MODA

Società e percezione

“Non pensiamo solo col cervello, ma anche con il corpo. I nostri processi di riflessione sono basati su esperienze fisiche che mettono in movimento i concetti astratti associati. Pare che di queste esperienze facciano parte gli abiti indossati. I vestiti invadono il corpo e il cervello e mettono chi li indossa in uno stato psicologico differente.”

Adam Galinsky

La moda è uno strumento potente per l'identificazione personale e per l'autostima.

Attraverso i vestiti che indossiamo, stiamo comunicando chi siamo agli altri e a noi stessi; la scelta dell'abbigliamento diventa quindi un modo per gestire la propria immagine.

Nel 2014 Hajo Adam e Adam Galinsky, ricercatori della Northwestern University, hanno deciso di approfondire la Enclothed cognition, una teoria secondo cui i vestiti condizionano i pro-

cessi cognitivi e comportamentali.

Adam e Galinsky hanno fatto un esperimento, coinvolgendo 58 studenti e dividendoli in due gruppi, solo ad un gruppo è stato chiesto di indossare un camice bianco da laboratorio.

Successivamente, i ragazzi hanno svolto un test per misurare l'attenzione selettiva.

Ebbene, i ragazzi col camice hanno ottenuto risultati nettamente migliori rispetto agli altri. In un secondo momento, tutti gli studenti hanno infilato camici bianchi con dei cartellini

Autoaffermazione e inclusività

attaccati; su metà di questi c'era scritto “dottore”, sull'altra “pittore”. Al momento del test, le performance dei “dottori” hanno superato di gran lunga quella dei “pittori”.

La psicologa Karen Pine, esperta di moda e comportamento, ha condotto delle ricerche che dimostrano come gli abiti possano influenzare la fiducia in sé stessi. In particolare, una parte dei partecipanti indossava una maglietta di Superman, l'altra una t-shirt anonima.

La professoressa ha potuto rilevare che i “supereroi” si sentivano più forti e più attraenti dei compagni, ottenendo punteggi migliori ai test specifici. È stato quindi dedotto che indossare abiti formali migliora la percezione di sé: ci sentiamo più sicuri, autorevoli e capaci di affrontare sfide complesse. Al contrario, vestiti casual e comodi possono suscitare un senso di rilassatezza e disinvoltura (Solano, 2024).

L'enclothed cognition ha acquistato una nuova dimensione con i social: la moda è diventata una componente centrale dell'auto-rappresentazione pubblica, dove gli abiti vengono esibiti e condivisi con un vasto pubblico.

La moda contemporanea sta abbracciando sempre più i valori dell'autoaffermazione e dell'inclusività, riconoscendo l'importanza di rappresentare la diversità in tutte le sue forme.

Per superare gli stereotipi tradizionali e allargare i confini del settore, si promuove una bellezza autentica che valorizza le differenze individuali. L'inclusività nella moda si manifesta attraverso diverse strategie, come la creazione di collezioni gender-fluid, l'adozione di taglie più inclusive e la rappresentazione di modelli appartenenti a diverse etnie, età e fisicità nelle campagne pubblicitarie.

Alcuni esempi concreti promossi dalle aziende affermate possono essere la linea adaptive fashion di Tommy Hilfiger, la tuta di Asos disegnata con l'atleta paralimpica Chloe Ball-Hopkins oppure la collezione di linagerie del brand americano Aerie (Pizza, 2021).

La moda inclusiva, che non si limita solo a offrire prodotti accessibili a tutti, ma si propone di cambiare la percezione stessa della bellezza e dell'identità. Questo concetto si estende anche, e soprattutto, alla moda per persone con disabilità, che cerca di garantire vestibilità e funzionalità senza com-

promettere lo stile.

La moda inclusiva, infatti, si rivolge a persone che non sono definite dai loro limiti fisici, ma che vogliono sentirsi uniche e speciali attraverso l'abbigliamento, lavorando sui sogni e i desideri di tutti (Pizza, 2021).

Parallelamente, l'industria della moda sta riconoscendo che l'inclusione e la diversità non sono solo questioni etiche, ma veri e propri asset strategici capaci di creare straordinarie opportunità di business.

Sempre più aziende del settore stanno adottando politiche di diversità e inclusione all'interno delle loro strutture, promuovendo una cultura aziendale che valorizza le differenze e garantisce pari opportunità a tutti.

Questo approccio non solo migliora il brand positioning, ma risponde anche a una domanda crescente da parte dei consumatori, sempre più attenti ai valori etici dei marchi che scelgono di supportare (Including Diversity, Il Futuro Della Moda È La Diversità, 2024).

Infine, i social media giocano un ruolo cruciale nel promuovere la moda come strumento di autoaffermazione e inclusività. Piattaforme come Instagram e TikTok hanno aumentato la visibilità delle tematiche legate alla rappresentazione e alla diversità, dando voce a comunità che in passato erano escluse dal discorso mainstre-

am. Sempre più influencer e attivisti della moda utilizzano questi spazi per sensibilizzare il pubblico su questioni come il body positivity, l'identità di genere e l'inclusione razziale, contribuendo a ridefinire i canoni estetici e a rendere la moda un vero motore di cambiamento sociale.

Economia

Fashion is one of the world's most important industries, driving a significant part of the global economy. It is one of the key value-creating industries for the world economy. If it were ranked alongside individual countries' GDP the global fashion industry would represent the seventh-largest economy in the world.

State of Fashion 2017, McKinsey

Dall'analisi di alcuni articoli, il sistema moda presenta chiari segnali di allarme, dovuti al rallentamento dei giganti del lusso (Kering e Lvmh), al calo dei consumi in Cina, ai costi della logistica in aumento, dovuti anche al conflitto in Medio Oriente, oltre ai già noti problemi legati all'energia e al reperimento di materie prime che risentono della guerra in corso in Ucraina.

Inoltre, il costo del denaro è ancora alto a causa delle tensioni geopolitiche legate sia ai conflitti sia a una serie di elezioni politiche chiave, dalle europee del giugno scorso a quelle americane, a novembre.

Ora arrivano anche le conferme dai numeri: secondo i Fashion economic trends diffusi dalla Camera nazionale della moda italiana (Cnmi), allargata ai settori collegati come occhialeria e beauty, chiuderà il 2024 a 97,7 miliar-

di di euro di ricavi, in diminuzione del 3,5% rispetto al 2023 (Casadei, 2024).

A soffrire sono in particolare i settori cosiddetti "core", abbigliamento, calzature e pelletteria, che nel primo trimestre dell'anno 2024, hanno registrato un calo dei fatturati del 10% e nel secondo trimestre del 6,7%.

Mentre, la produzione manifatturiera, nel primo trimestre del 2024 scende dello 0,9% rispetto ai tre mesi precedenti e del 3,1% rispetto allo stesso trimestre dell'anno precedente.

I settori collegati (beauty, occhiali, gioielli e bigiotteria) hanno invece registrato una crescita nei due trimestri analizzati (+4,9% e +3,2%), bilanciando parzialmente

il calo dei settori principali.

L'attuale momento è critico, però le prospettive per la moda italiana sono in crescita; infatti, ci si aspetta che in 5 anni il trend cresca del 20% (Casadei, 2024; Borsa Italiana, 2025).

Le esportazioni

L'idea di azione è quella di tenere il ritmo in attesa che i consumi ripartano in alcune aree strategiche, come la Cina e gli Stati Uniti.

Nonostante la situazione internazionale complessa, le esportazioni continuano a trainare i conti del Made in Italy: nei primi 5 mesi del 2024 le esportazioni sono aumentate del 5,1% e secondo i Fet a fine anno arriveranno alle soglie dei 94 miliardi di euro, in aumento del 5,5% rispetto al 2023. Questo dato segnala come sia proprio il mercato interno (incluso il B2b) a stare vivendo il periodo peggiore.

Debole anche il commercio al dettaglio: nel primo trimestre del 2024 le vendite di abbigliamento e pellicce salgono dell'1,3% su base annua e quelle di calzature, articoli in pelle e da viaggio del +0,8% (Demeneo, 2024).

L'aspetto positivo è che dall'export in crescita con un +0,8% nel primo bimestre del 2024, arrivano 46,1 miliardi di euro di surplus commerciale, ben 14

miliardi in più rispetto al 2019, anche se si sente parlare di imposizione di dazi, da parte degli Stati Uniti d'America, sui prodotti in uscita dall'Europa e conseguentemente dall'Italia, compreso il settore moda e fashion. Secondo Goldman Sachs, ad esempio, la crescita del pil reale del Paese nel 2025 potrebbe rallentare di 50 punti percentuali (Casadei, 2024; Banca Italiana, 2025).

A livello globale, c'è una forte richiesta di prodotti Made in Italy legati al mondo del fashion. Tale domanda va colta e sviluppata perché il sistema moda è tra i favoriti a contribuire al consolidamento dell'immagine di eccellenze italiana all'estero, anche se potrebbero esserci importanti e sensibili ripercussioni negative verso gli USA, che notoriamente sono un fondamentale partner commerciale.

Il contesto geopolitico, caratterizzato dall'instabilità politica e dagli effetti dei conflitti sulle catene di approvvigionamento, impone una forte capacità di adattamento e agilità, aspetti tipici delle aziende e imprenditori Made in Italy, per reagire e andare a cogliere le opportunità in mercati con le migliori prospettive e dove la domanda è in crescita.

Sostenibilità e innovazione sono punti di forza delle imprese italiane del settore sui mercati esteri che potranno fare la differenza nella performance

La crisi in corso colpisce in modo pesante il sistema della piccola impresa e dall'artigianato.

Nel settore sono attive 49.593 micro e piccole imprese con 279mila addetti, il 61,5% del totale del settore. Le 34mila imprese artigiane attive danno lavoro a 139 mila addetti, pari al 30,6% dell'occupazione della moda (Demeneo, 2024).

Politica

“C’è un modo in cui [l’abbigliamento] omogeneizza, oggettivizza e congela nel tempo la rappresentazione di una particolare persona”

Jane Lynch

L’esistenza umana è influenzata dall’apparenza, dal voler sembrare.

In questo ambito, la moda gioca un ruolo fondamentale, in quanto permette di trasmettere informazioni sul proprio aspetto, sul genere, sulla razza e sulla classe sociale, oltre, per contro a creare limitazioni e inducendo a conformare la platea degli utenti.

Attraverso la moda si materializza l’espressione popolare e si misura il progresso sociale. Tuttavia si possono

verificare anche effetti contrari e veicoli di oppressione e limitazioni della libertà, come già successo in passato, nei moti coloniali che hanno definito la storia e rivoluzionato il modo di protestare dei popoli, nel movimento femminista, come simbolo di emancipazione e nelle proteste per i diritti civili, per affermare la comunità nera e il suo diritto all’uguaglianza (The Politics of Fashion: An Exploration of Clothing’s Complex Role as the Fabric of Our Socio-Political Existence – the Yale Globalist, 2023).

Un mezzo per la libertà

Gandhi, con la dichiarata non violenza e l’autodisciplina, è stato il primo esempio di lotta per l’indipendenza dell’India dal dominio britannico.

La sua protesta ha identificato il periodo coloniale indiano e l’abbigliamento e il tessile hanno rappresentato strumenti di protesta.

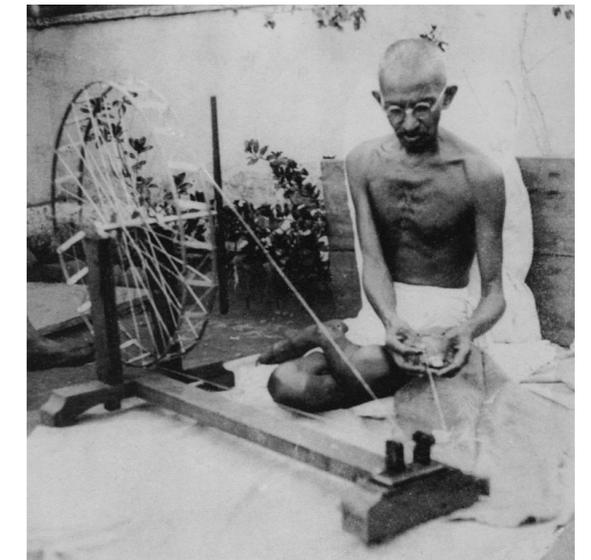
La stoffa era un prodotto economico e l’Inghilterra oltre a volersi assicurare le forniture di cotone grezzo dall’India, intendeva utilizzare i suoi avanzati macchinari per la filatura, la tessitura e la tintura per iniziare a produrre tessuti di cotone a basso costo. La potenza europea riuscì a far trasformare l’India, il più grande produttore di tessuti, ad esportatore di cotone grezzo e importatore di tessuti finiti.

In questo contesto emerge l’idea dello swadeshi, ovvero la promozione dei prodotti indigeni: la stoffa inglese era sinonimo di dominazione inglese, mentre la stoffa indiana rappresentava la liberazione e il continuo sostegno ai prodotti locali, in particolare a quelli tessili o legati all’abbigliamento, oltre a diventare una componente fondamentale del nazionalismo economico indiano.

L’abbigliamento era un mezzo di comunicazione e di identificazione sociale, tant’è che il Mahātmā Gandhi

ne dava molta importanza. Ciononostante, era contrario ai costumi locali, in quanto molte opzioni indicavano la regione, la classe e la religione mentre il suo obiettivo era quello di chiedere “l’unità di tutti gli indiani [...] ricchi e poveri, indù, sikh e musulmani”.

Lo stesso Gandhi, attraverso il suo modo di vestire, voleva essere un comunicatore non verbale della sua politica (The Politics of Fashion: An Exploration of Clothing’s Complex Role as the Fabric of Our Socio-Political Existence – the Yale Globalist, 2023).



Gandhi mentre tesse un tessuto, foto della fine degli anni 1920. Credit: gandhiserve.org

Successivamente, il movimento femminista, che può essere ricordato come la forma di emancipazione più nota, è stata facilitata dalla moda, in quanto è stata tradizionalmente interpretata come un veicolo per l'espressione della femminilità, in linea con gli ideali di uguaglianza di genere promossi dal movimento.

Il femminismo, già dal XIX secolo, si è battuto per cambiare la convinzione popolare relativa all'inferiorità intrinseca delle donne rispetto agli uomini, con l'obiettivo specifico di ottenere il diritto di voto alle elezioni e trasformare l'ideologia dovuta al fatto che l'oppressione delle donne era alimentata anche dalle gerarchie sociali esistenti, alcune delle quali basate sull'abbigliamento.

In quell'epoca le donne indossavano corsetti pesanti, scomodi per conformarsi; allora, quando la femminista Amelia Bloomer si schierò a favore dei bloomers, i comodi pantaloni lunghi a forma di bulbo, immediatamente questo capo divenne un simbolo visivo per il movimento.

Nel XX secolo, la comodità si è trasformata in androginia, grazie anche all'influenza della stilista Coco Chanel, che rese popolari i pantaloni facendoli utilizzare alle donne, nonostante fossero considerati un indumento prettamente maschile.

Questa tendenza ha continuato ad af-

fermarsi fino agli anni '40, nel periodo della Seconda Guerra Mondiale, in cui le donne abbandonate dai mariti sul fronte, dovevano dedicarsi ad attività tipicamente svolte dagli uomini.

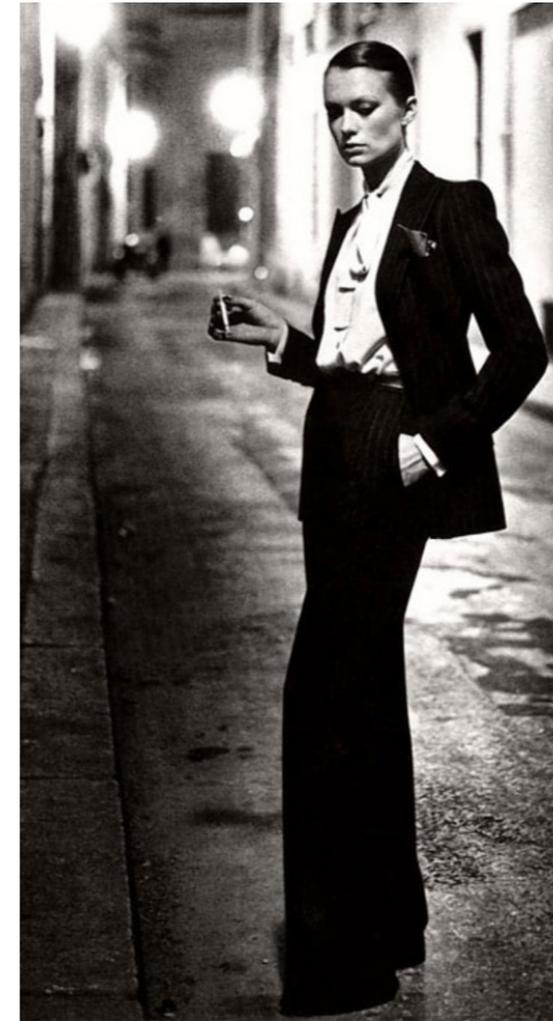
La moda si adattò nella realizzazione di pantaloni per donne, ricorrendo a silhouette maschili e strutturate, successivamente, a guerra conclusa, il movimento femminista subì un'interruzione.

Ci fu negli anni '60, una seconda ondata femminista che fece sorgere un cambiamento fondamentale per le donne che cercavano di affermare la propria femminilità attraverso la moda, attraverso l'adozione di abiti di lunghezza inferiore ai soliti standard, fino all'introduzione della minigonna, ad opera di Mary Quant.

La società, piuttosto conservatrice e non particolarmente incline ai cambiamenti, considerava tale espressione indecente e volgare, ma la continua lotta e perseveranza del movimento femminista, trasformò questo capo d'abbigliamento in un simbolo di libertà e di ribellione, riscuotendo consensi e successo nel mondo femminile.

Con il periodo che vede la terza e quarta ondata del femminismo, che va dagli anni Novanta a oggi, iniziano a coesistere i due modi di utilizzo della moda e confermano concretamente che il lavoro svolto dalle femministe

sulla moda, ha permesso di esprimere il proprio essere donna, la propria individualità (The Politics of Fashion: An Exploration of Clothing's Complex Role as the Fabric of Our Socio-Political Existence – the Yale Globalist, 2023).



Abbigliamento femminile anni '60.

Anche gli attivisti del Movimento per i diritti civili capirono che la moda poteva essere uno strumento che avrebbe aiutato al raggiungimento del loro obiettivo, finalizzato alla legittimità e al rispetto; per vincere la percezione razzista degli afroamericani. Gli attivisti cercavano di adottare e conformarsi alle norme di abbigliamento del momento, con l'intento di eliminare leggi sociali, politiche ed economiche che venivano loro imposte e combattere la discriminazione razziale e i pregiudizi, attraverso un'immagine rispettabile e influente.

“essere a proprio agio ma avere un bell'aspetto”. [] Per un incontro con un'organizzazione o per un faccia a faccia con i bianchi, ci vestivamo”.

Vera Swann

Per il successo del cambiamento della moda, è stata fondamentale la capacità di adattamento manifestata in occasione di viaggi e incontri informali, presso cui il loro abbigliamento, ha iniziato a riflettere e trasmettere il nuovo cambiamento.

Le Pantere Nere (Black Panther Party), un gruppo di attivisti per i diritti civili delle persone di colore, ha incorporato alcuni elementi culturali dell'eredità africana nello stile quotidiano, e nella loro scelta di adottare acconciature

naturali come l'afro o nell'utilizzare abiti culturali. Attraverso un mezzo interamente non verbale, stile Gandhi, avevano creato un'uniforme così potente da inviare un chiaro messaggio politico, semplicemente abbinando alle giacche, i pantaloni e guanti di pelle nera, (The Politics of Fashion: An Exploration of Clothing's Complex Role as the Fabric of Our Socio-Political Existence – the Yale Globalist, 2023).

La moda, nel corso della storia, è stata anche strumento di protesta per numerosi movimenti politici come ne-

gli anni '70, ad esempio, i punk che adottarono uno stile nel vestiario, provocatorio finalizzato a criticare il consumismo e l'autorità, attraverso l'adozione di un'estetica anarchica, con vestiti strappati, spille da balia e borchie, che rappresentavano, non verbalmente, avversione politica contro l'establishment.

La moda era un mezzo per rifiutare i valori condivisi della società capitalista e per promuovere un messaggio di ribellione.

Contestualmente, nello stesso periodo, gli hippy con i denim di seconda mano rattoppati e ricamati, manife-



Marzo 1965, la marcia di Selma con Martin Luther King. Gli attivisti afroamericani indossavano abiti formali per trasmettere un'immagine di dignità e rispetto. Credit: LifeGate.

stavano contro il consumismo che si stava affermando dal dopoguerra, anche se, passata l'ondata di ribellione e protesta culminata con Woodstock, alcuni brand americani, quali Levis e Coca Cola, iniziarono a utilizzare il look del denim jeans, come strumento di marketing. (Pound, 2022).

Moda e politica oggi

Attualmente la moda continua ad essere un potente veicolo di messaggi politici, concretizzate attraverso correnti di pensiero quali MeToo, che è un movimento femminista che si batte contro le molestie sessuali e la violenza sulle donne e che ha riutilizzato l'uso dei vestiti come veicolo per trasmettere messaggi di protesta e soli-

darietà.

Merita di essere ricordato, l'espressione manifestata dalle celebrità che hanno indossato abiti neri per denunciare le molestie e il sessismo a Hollywood, nel loro dress code ai Golden Globes del 2018, dove l'uso del colore nero, generalmente associato al lutto e alla serietà, ha trasformato un evento mondano in un atto di protesta, attirando l'attenzione dei media a livello globale.

Questa rappresentazione non riguardava solo il colore degli abiti, ma anche l'unità e la solidarietà tra uomini e donne, finalizzata ad aprire dibattiti e maggiori attenzioni sulla violenza di genere ('Me Too' Global Movement – What Is the 'Me Too' Movement, 2022).

Il nero è diventato simbolo di resi-



Vincitori del Golden Globe 2018, tutti vestiti di nero in segno di protesta.

stenza contro le dinamiche di potere sbilanciate e le ingiustizie che molte donne subiscono nei contesti professionali e sociali e all'evento è stata promossa l'iniziativa Time's Up, che ha raccolto fondi per sostenere le vittime di abusi, ed utilizzando la moda come veicolo di attenzione su cause importanti, capaci di generare un cambiamento. Attraverso piattaforme utilizzate per amplificare il messaggio, persone influenti, tra cui Oprah Winfrey e Reese Witherspoon, hanno reso il legame tra moda e politica ancora più forte e visibile (Staff, 2018; ('Me Too' Global Movement - What Is the 'Me Too' Movement, 2022).

Anche i Black Lives Matter hanno



Sfilata di Pyer Moss con Kerby Jean-Raymond come direttore artistico.

usato gli abiti e gli accessori di moda, come strumenti di protesta e di diffusione del messaggio e slogan come I Can't Breathe e Black Lives Matter sono diventati simboli del movimento, stampati su magliette, cappellini e altri accessori, mostrati in manifestazioni e diventati un valido mezzo visivo per portare il messaggio di uguaglianza e giustizia sociale sia nei luoghi fisici che nei media (Elan, 2020). Coloro che indossavano questi vestiti, esprimevano la volontà di essere solidali con la causa e mantenere vivo il dibattito sulla giustizia razziale (Elan, 2020), inoltre le pubblicazioni di articoli sull'argomento, sono state trasformate in veri e propri manifesti mobili, ricordando, a chi li portava e a chi li vedeva, di lottare contro le disuguaglianze.

Alcuni brand e stilisti, come Pyer Moss e Off-White, hanno poi utilizzato questi messaggi nelle loro collezioni, per sensibilizzare sulla lotta al razzismo e nel 2018 Pyer Moss ha raccontato la storia afroamericana in una sfilata, palesemente ispirata contro le convenzioni sociali e finalizzata a generare dialogo.

Da quel momento, le sue sfilate vanno oltre la rappresentazione di abiti e costituiscono dei chiari manifesti di lotta politica, confermando il ruolo della moda come strumento per veicolare messaggi, nel contesto attuale (Freeman, 2019).



T-shirt "we should be all feminist" by Dior.

Dior, nella sua collezione primavera-estate 2017, ha lanciato la t-shirt con lo slogan "We Should All Be Feminists", ispirata all'omonimo saggio della scrittrice Chimamanda Ngozi Adichie, e creata da Maria Grazia Chiuri, prima direttrice creativa donna della maison francese.

La maglia non era stata pensata per essere una forma di protesta per le masse, ma è diventata un simbolo di solidarietà e femminismo, amplifi-

cando il messaggio di uguaglianza di genere (Pound, 2022).

Altri brand, hanno utilizzato la loro influenza per promuovere messaggi sociali e politici, come nel 2018, in occasione del celebre anniversario del celebre slogan "Just Do It", in cui il brand Nike, ha rilasciato un annuncio, intitolato Sogno pazzo con lo slogan: "Believe in something. Even if it means sacrificing everything. Just do it." La pubblicità è stata fatta con la collaborazione dell'ex quarterback NFL, Colin Kaepernick, che nel 2016, ha iniziato a inginocchiarsi durante l'inno nazionale prepartita, protesta contro l'ingiustizia razziale, l'ineguaglianza sociale e la brutalità della polizia negli Stati Uniti.

Sempre nel 2018, il giocatore ha lasciato i San Francisco 49ers, squadra in cui giocava, per diventare un free agent, considerato pericoloso dai dirigenti della NFL, a causa delle sue proteste sul campo, attirando anche le critiche dal presidente Trump, oltre al fatto che nessuna squadra ha poi voluto rinnovargli il contratto.

Nonostante ciò, la campagna è stata considerata un successo da record e le azioni della società sono aumentate del 5% nelle settimane successive dall'annuncio.

Inoltre, la stessa multinazionale ha ingaggiato altri atleti attivi nelle questioni sociali, come LeBron James,

Serena Williams e la squadra di calcio femminile degli Stati Uniti, dando ampia dimostrazione di come le grandi aziende non siano più neutrali nelle questioni sociali, ma devono considerare i valori e le aspettative dei consumatori.

Ha dimostrato “molto coraggio” il brand Nike ad utilizzare il potere dello sport per veicolare dei messaggi di tutt’altro carattere, mentre Kaepernick, ha fatto causa ai gestori della NFL sostenendo che si siano coalizzati per tenerlo fuori dalla lega (SkySport Co-

lin Kaepernick nuovo volto della campagna Nike: uno schiaffo alla NFL?, 2018).

Un altro esempio di brand che ha dimostrato responsabilità sociale, lanciando collezioni che promuovono messaggi significativi, è lo stilista nepalese Prabal Gurung, il quale, durante la settimana della moda di New York del 2019, ha presentato una collezione caratterizzata dallo slogan “Who Gets to Be American?”, affrontando le questioni legate all’identità



Pubblicità Nike 2018, in collaborazione con Colin Kaepernick. Credit: The Guardian.

nazionale, all’inclusività e al concetto di cittadinanza, indirizzando direttamente il messaggio contro le politiche di immigrazione restrittive degli Stati Uniti; finalizzato a richiamare la speranza del cosiddetto sogno americano (Fisher, 2019).



“Who get to be american?”, sfilata 2019 di Prabal Gurung.

Tutti gli esempi sopracitati, dimostrano come moda e politica interagiscano continuamente, con ripercussioni dirette nell’orientare il dibattito sociale e culturale, in cui le scelte stilistiche e comunicative dei marchi, influenzano le opinioni del pubblico e veicolano problematiche relative alle tematiche politiche e sociali.

Per tali motivi, la moda dimostra di essere non solo una forma d’arte e di espressione individuale, in grado di creare appartenenza e attrazione per le linee politiche espresse dai vari brand, ma anche come potente mezzo per promuovere dibattiti e attuare cambiamenti concreti, anche a livello globale.

Cultura materiale

La moda assume un ruolo piuttosto importante nella cosiddetta cultura materiale, interagendo direttamente nelle relazioni individui-oggetti e riflettendo i cambiamenti economici e tecnologici della società. Per tali aspetti, si riesce a monitorare le trasformazioni sociali e misurarne le tendenze e gli sviluppi.

Dall'inizio dei tempi, il vestiario e l'abbigliamento avevano come scopo principale e forse unico, quello di proteggere il corpo dalle intemperie e dai fenomeni meteorologici, oltre che a classificare gli individui e a distinguere le diverse classi sociali e professionali.



Macchina da cucire d'epoca, utilizzata dai professionisti del tempo.

Già nel Medioevo, gli abiti più o meno ricercati e sfarzosi, non solo indicavano lo status sociale, ma erano anche ricchi di simbolismi e significati culturali, identificando anche casati e famiglie benestanti.

Con il Rinascimento, ci fu un'evoluzione nel vestire, in quanto l'abbigliamento divenne un mezzo per esprimere individualità e prestigio: i tessuti utilizzati erano pregiati e gli abiti erano ricchi di dettagli elaborati che riflettevano prevalentemente lo status dell'individuo, il potere che aveva nella società oltre a manifestare la ricchezza dei possedimenti, specie per la classe dei nobili.

Tra i reali, i nobili per eccellenza, oltre al parentato più o meno influente a corte, già nel XVIII secolo, la moda iniziò a diffondersi, influenzata dalla crescente classe della borghesia e dai cambiamenti sociali e anche, dalle disparità sociali.

Con il periodo dell'industrializzazione, avvenuto XIX secolo, l'intera produzione del settore del vestiario subì una profonda trasformazione, arrivando ad avere una produzione tessile su larga scala, magari anche di qualità più standardizzata e semplice.

Comunque, rendeva l'abbigliamento

Espressione di moda

più accessibile, in quanto meno costoso nella sua produzione, introducendo così nuove dinamiche nel consumo di moda. In questo periodo, iniziano ad emergere le prime firme dell'abbigliamento, la haute couture a Parigi, con designer come Charles Frederick Worth che fu tra i fondatori di quel fenomeno di massa che diventerà la base per la moda moderna.

Nell'attuale società, la moda non è solo un riflesso delle tendenze estetiche, ma anche un valido misuratore e rilevatore di cambiamenti sociali, economici e tecnologici, in cui l'attenzione alla sostenibilità ambientale e all'etica (sfruttamento delle persone) nella produzione tessile è diventata centrale, con la tendenza sempre maggiore alla moda etica e responsabile, biocompatibile, riciclabile (Bovone, 2016).

Attraverso la moda, che è fondamentalmente un fenomeno dinamico, in continua evoluzione e trasformazione, si verifica un'alternanza ciclica, talvolta contraddittoria, con il concetto di tempo, in cui si avvicendano continuamente sia aspetti legati al contemporaneo, sia suggerimenti per il futuro. Attraverso l'abbigliamento, caratterizzato da culture e tradizioni locali, viene identificato una sorta di linguaggio, in grado di raccontare le nostre origini, chi siamo stati e anche quali percorsi stiamo intraprendendo.

La dinamicità della moda ha dei ricorsi ciclici e quindi prima o poi si ripresenta, ritorna, ma in nuove rivisitazioni, con nuovi tessuti, a volte assumendo richiami contestualmente al tempo passato e verso il futuro, riproponendo vecchie forme e linee, in modi nuovi.

Per definizione la moda deve sempre "diventare" qualcosa di nuovo, di diverso, attraverso il semplice esercizio del copiare, incollare, ispirarsi, citare, riprodurre e rimescolare.

E' un continuo processo di creazione di nuova cultura, capace di mettere in atto realtà differenti attraverso processi di assemblaggio e ri-assemblaggio di corpi, tecnologie, materiali, va-

La diffusione della moda non sembra obbedire ad un principio chiaro [...]. La moda è allora legata ai valori dominanti in quel momento particolare, ma li trascende, li rende vaporosi e al tempo stesso li annulla. È la metafisica delle cose, è [...] il confine labile ed illusorio fra la realtà ed il desiderio di essere, la vita ed il sogno.

Curcio, 2015

lori, temporalità e significati, oltre a percepire le attenzioni e le sensibilità del momento in termini anche di salvaguardia ambientale.

Cultura e creatività, dunque, convivono e portano a intuire o immaginare nuove associazioni, nuove idee, nuovi processi, reinterpretando le risorse e le richieste che il mondo culturale manifesta reiventandosi, in quanto, per la moda, il “tempo non esiste”.

Il continuo dialogo tra tradizione e innovazione evidenzia come la cultura sia un fattore fondamentale nella creazione di un'identità e di un senso di appartenenza (Riscoprire il passato: come la cultura influisce sulla moda contemporanea, 2025).

Nel XX secolo, la moda è diventata un fenomeno globale, dove designer come Walter Albini la interpretano come una forma di espressione della

cultura materiale del Novecento, cercando una sintesi tra funzionalità ed estetica, eleganza e informalità, conformismo ed esclusività.

Oggi giorno, la moda continua a essere un potente ed efficace linguaggio sociale, che interpreta l'immaginario e la cultura visiva della società contemporanea e che si concretizza nel “corpo vestito” che diventa un mezzo per esprimere valori sociali, contenere le istanze del presente ed esprimere la storia recente dell'umanità (La Moda Che Interpreta. Linguaggi Sociali Della Cultura Materiale, 2022).

Il fashion system contemporaneo è dunque il risultato di un impasto tra tutto ciò che rappresenta il passato dell'umanità, le rivoluzioni, le grandi conquiste della società, per le quali il racconto della moda raccoglie tutti gli stimoli e li rimette in gioco.

Sostenibilità

Compriamo sempre più vestiti, che durano sempre meno e che cambiamo sempre più spesso. L'industria della moda è riconosciuta come una delle più inquinanti, di conseguenza fare chiarezza sugli impatti è sempre più importante, anche se negli ultimi anni si è diffusa una maggiore consapevolezza, soprattutto tra i giovani, e al tempo stesso le sirene del fast-fashion stanno spingendo verso un pericoloso incremento dei consumi.

Secondo le Nazioni Unite, il tessile è responsabile dell'8-10% delle emissioni globali di gas serra, superando quelle generate dai trasporti internazionali (Sturloni, 2024). In Europa, gli acquisti di prodotti tessili nel 2020 hanno generato circa 270 kg di emissioni di CO₂ per persona, per un totale di 121 milioni di tonnellate di gas serra (L'impatto della produzione e dei tessuti sull'ambiente, 2024).

Oltre alle emissioni, la moda contribuisce significativamente all'inquinamento idrico.

Si stima che il 20% dell'inquinamento globale delle acque pulite sia dovuto ai processi di tintura e finissaggio dei tessuti, ma anche all'utilizzo di pesticidi e fertilizzanti durante per la col-

tivazione. Ogni anno viene prodotto mezzo milione di tonnellate di microfibre nei mari.

Per produrre un chilogrammo di cotone, necessario per paio di jeans, servono circa 10.000 litri di acqua, lo stesso quantitativo disseta una persona per dieci anni (Sturloni, 2024).

Questo ha comportato alla riduzione del ciclo di vita dei prodotti tessili: i cittadini europei ne consumano ogni anno quasi 26 kg e ne smaltiscono circa 11 kg. Gli indumenti usati possono essere esportati al di fuori dell'UE, ma per lo più vengono inceneriti o portati in discarica (87%). Solo l'1% degli abiti viene riciclato in nuovi capi.

La crescita della moda veloce, favorita in parte dai social media e dall'industria che porta le tendenze a un numero maggiore di consumatori a un ritmo più rapido rispetto al passato, ha svolto un ruolo fondamentale nell'aumento dei consumi (L'impatto della produzione e dei tessuti sull'ambiente, 2024).

Il fenomeno dello slow fashion

Come una risposta diretta alla cultura del fast fashion sta emergendo il cosiddetto slow fashion.

Nello slow fashion viene promossa e perseguita una produzione etica e responsabile, basata su una filiera produttiva trasparente, caratterizzata da una riduzione degli sprechi e un consumo più consapevole delle risorse ambientali primarie.

Questo fenomeno incoraggia i consumatori, nei loro acquisti, a considerare la qualità, la durabilità e l'origine dei capi d'abbigliamento, adottando la logica di un capo in meno ma di qualità maggiore, riducendo quindi la sostituzione dei vestiti stessi e promuovendo la scelta di capi durevoli e senza tempo.

Importante considerare che tra gli aspetti chiave dello slow fashion c'è l'attenzione al mercato dell'usato e del riutilizzo di capi ancora in buono stato, che negli ultimi anni ha registrato una crescita esponenziale. In particolare, le vendite hanno superato le 63.000 tonnellate di articoli, un traguardo ottenuto grazie all'incremento di piattaforme online e negozi fisici specializzati (Chiesa, 2023; Eruli, 2024).

Da alcune recenti previsioni, il "Resale Report 2024" di ThredUp, prevede che

il mercato globale dell'abbigliamento di seconda mano, potrà raggiungere i 350 miliardi di dollari entro il 2028, crescendo a un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 12% (Resale Report 2024, 2024).

Le piattaforme commerciali, come Vestiaire Collective e Depop, offrono ai consumatori un'alternativa sostenibile e socialmente consapevole, dove è possibile acquistare capi usati, di seconda mano, di alta qualità, opportunamente trattati e igienizzati, evitando che gli stessi abiti, ancora qualitativamente validi, vengano eliminati e considerati rifiuto, il tutto a vantaggio della riduzione dell'impatto ambientale. A trainare tale onda, è Vinted, dove l'acquisto e la vendita di una vasta gamma di prodotti di vario genere avviene in modo facile e veloce. La piattaforma, fondata nel 2008, adesso conta 65 milioni di utenti attivi (Eruli, 2024).

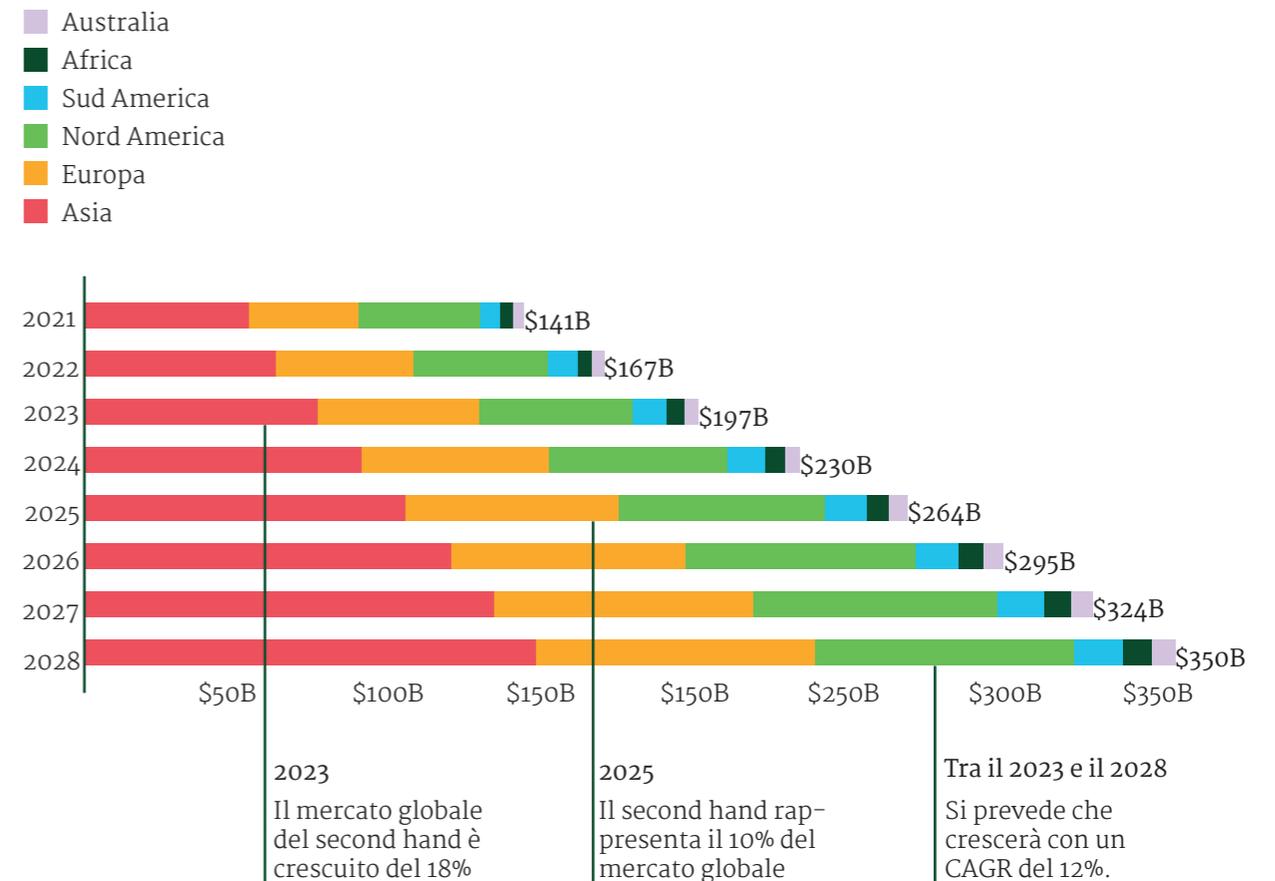
Anche, il noleggio di abiti sta guadagnando popolarità, specie per le occasioni specifiche, piuttosto uniche e/o poco frequenti, in cui il consumatore non intende affrontare spese, talvolta considerevoli, a scapito di un utilizzo limitato. Quindi servizi come Rent the

Runway, permettono ai consumatori di indossare abiti di lusso senza doverli acquistare.

Per tanto, secondo i dati del terzo trimestre del 2024, Rent the Runway ha registrato un aumento del 4,7% dei ricavi rispetto all'anno precedente, raggiungendo 75,9 milioni di dollari (Rent the Runway, Inc. Announces

Third Quarter 2024 Results | Rent the Runway, Inc, 2024).

L'attività di queste piattaforme ha rilevato una concreta diffusione, constatando quindi che il mercato è incline e favorevole alla riduzione della produzione di nuovi capi e sempre più sensibile e partecipe a un consumo più responsabile.



Il mercato globale dell'abbigliamento di seconda mano raggiungerà i 350 miliardi di dollari entro il 2028. Source: ThredUp 2024.

Materiali riciclati, riutilizzati, ecosostenibili, innovativi

La crescente consapevolezza della salvaguardia e degli impatti ambientali ha spinto l'industria della moda verso una trasformazione finalizzata all'integrazione di nuove tecnologie produttive e nuove pratiche eco-sostenibili.

Il settore sta attraversando una nuova rivoluzione tecnologica, volta a riconsiderare e ridefinire le tecniche e i processi produttivi in cui i vestiti vengono prodotti, coinvolgendo e informando sempre più i consumatori.

Per fare un esempio, sta si evolvendo la tecnica della stampa 3D, che deriva da un utilizzo già sviluppato in altri settori, quali l'ingegneria e la medicina, ed ora adottata nell'ambito del vestiario, con l'intento di creare abiti il più possibile personalizzati, con meno sprechi di materiali. Tra gli stilisti pionieri dell'utilizzo della produzione additiva per creare capi, ricordiamo Iris van Herpen, capace di fondere al contempo, moda e arte contemporanea (P. M., 2023)



Maison Iris Van Harpen. Credit: Iris Van Harpen.

Come già precedentemente accennato, un altro fondamentale aspetto del settore moda sostenibile, è l'uso di materiali riciclati ed ecosostenibili. In cui alcuni importanti brand, come Adidas hanno sviluppato collezioni realizzate con materiali riciclati, tra cui spicca, la plastica raccolta dagli oceani, che, purtroppo è in continuo crescente aumento. Il brand, in collaborazione con l'organizzazione ambientalista Parley for the Oceans, ha lanciato la linea "Parley", che, utilizzando i rifiuti di plastica marina per creare scarpe da ginnastica, non solo riduce l'inquinamento costituito dai rifiuti in plastica, ma sensibilizza anche i consumatori sull'importanza del riciclo e della tutela degli ecosistemi marini (Priyadarshini & Prasad, 2023). Altra tendenza è quella dell'utilizzo dei materiali riciclati ed eco-sostenibili rientra nel concetto di "circular fashion", che è un modello finalizzato a ridurre gli sprechi e a prolungare il



Adidas x Parley. Credit: Parley.

ciclo di vita dei prodotti stessi, attraverso il riciclo, la riparazione e il riutilizzo.

Aziende come Patagonia e Stella McCartney, che da tempo promuovono la sostenibilità, hanno implementato programmi di riparazione gratuita per i capi di abbigliamento da loro prodotti, incentivando la propria clientela a estendere la durata dei prodotti (Priyadarshini & Prasad, 2023).

Le innovazioni tecnologiche e l'interesse verso la sostenibilità hanno portato alla nascita di nuovi materiali bio-based. Un esempio tra i tanti, il marchio Pangaia utilizza tessuti a base di piante e materiali riciclati per produrre i suoi capi, promuovendo una moda che riduce l'impatto ambientale e reintegra risorse naturali nel ciclo produttivo (PLNTFiber & Frutfiber | Plant Fiber Clothing | PANGAIA, n.d.).



PANGAIA 365 collection. Credit: Pangaia.

Moda digitale

La moda digitale può cambiare l'esperienza del fashion.

Il mercato della moda digitale è in forte sviluppo dal 2010 e l'idea dell'abbigliamento virtuale è nata dai videogiochi, a seguito dei numerosi "skin" acquisti degli utenti. Le skin sono vestiti e accessori da far indossare ai personaggi digitali, anche se questi oggetti non influiscono sulle modalità di gioco.

È stato chiaro sin da subito che le persone erano disposte a pagare per vestire il proprio personaggio e farlo risaltare rispetto agli altri.

Così, dalla fusione tra moda e tecnologia è nata la moda digitale. Si tratta di abiti che non esistono nel tangibile poiché sono costituiti interamente da pixel e poi trasformati in modelli 3D (The history of Digital Fashion, 2022; Start 2 Impact University, 2023).

Nel 2015 la moda digitale ha cominciato a prendere la forma che ha ora.

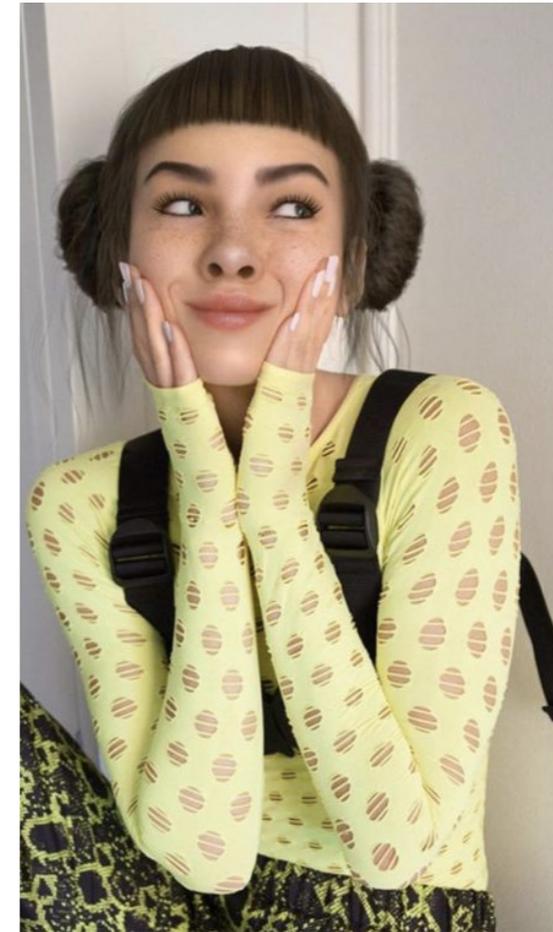
Inizialmente, gli stilisti creavano nuove collezioni e copiavano i look dei marchi di moda esistenti in VR. Cat Taylor, nota con lo pseudonimo di Cattytay, è considerata la creatrice dell'intera scena virtuale. È diventata famosa per le sue creazioni di corpi invisibili che indossano abiti del cali-

bro di Raf Simons, Chloé, Balenciaga, Vetements, Rick Owens, Off-White, A COLD WALL*, Slazenger e, recentemente, Alexander Wang per Adidas. Che si tratti di sfondi semplici o di paesaggi fantastici, i non-corpi di Taylor si muovono sinuosamente nello spazio, con la facilità di qualsiasi top model. I loro movimenti sono fluidi e mostrano uno stile e una classe che molte modelle impiegano anni a dominare (Cat Taylor's invisible fashion, n.d.).

Nel 2016, Trevor McFedries e Sara DeCou, della startup specializzata in robotica e di intelligenza artificiale Brud, hanno sviluppato l'influencer digitale Lil Miquela, un avatar 3D che oggi è uno dei personaggi più influenti sui social media.

All'apparenza sembra una comune ragazza con la frangetta e le lentiggini, molto attiva sui social, ma il suo viso non è che la composizione a tavolino di un'immagine verosimile, esito del paziente assemblaggio di singole caratteristiche estetiche tratte da milioni di selfie scattati dalle sue coetanee, loro sì in carne e ossa.

Tuttavia, non manca qualche imperfezione, necessaria per farla sembrare naturale, comunque Miquela rimane il frutto di un programma informatico elaborato da Daniel Cain.



Lil Miquela. Source: Social di Lil Miquela.

A distanza di anni, Lil Miquela si presenta oggi su Instagram esplicitamente come un robot di ventun anni che vive a Los Angeles.

Conta circa due milioni e mezzo di follower su Instagram e tre milioni e mezzo su TikTok; su Spotify, invece, le sue canzoni hanno quasi centocinquanta ascoltatori mensili.

Il 28 giugno 2018 il «Time» ha incluso

Lil Miquela tra le venticinque persone più influenti su internet.

L'influencer virtuale appare costantemente sulle riviste di moda, è stata scelta da Prada per promuovere la sua nuova linea di Gif animate su Instagram, è stata il volto della campagna #TeamGalaxy di Samsung nel 2019, anno in cui è anche ritratta in un video mentre bacia Bella Hadid per la campagna pubblicitaria I Speak My Truth in #MyCalvins di Calvin Klein (Sisto, 2024).

Sempre 2018, l'agenzia Virtue e il marchio scandinavo Carlings sono stati i primi a iniziare a vendere abiti virtuali. La collezione digitale Neo X è andata esaurita in poche ore ed è diventata molto popolare tra blogger e influencer.

Il capo di abbigliamento virtuale più costoso finora è l'abito Iridescent di The Fabricant, venduto nel maggio 2019 per la cifra record di 9.500 dollari. Questo evento ha dimostrato che gli abiti virtuali potevano avere un valore economico e simbolico paragonabile a quelli fisici, aprendo così le porte a un nuovo mercato (The history of Digital Fashion, 2022).

Il maggiore aumento di popolarità e interesse per la moda digitale si è verificato durante la pandemia COVID-19, che ha creato i presupposti per il cambiamento.



The Fabricant. Source: The Fabricant.

A seguito delle chiusure generalizzate, le persone si sono spostate online e la necessità di un grande guardaroba fisico è scomparsa, lasciando spazio a quello virtuale. A quel punto hanno iniziato a entrare nel mercato virtuale marchi famosi in tutto il mondo, come Gucci e Balenciaga. In particolare, la maison italiana ha lanciato un modello di scarpe digitali che possono essere acquistate per l'uso in ambienti

virtuali. Le Gucci Virtual 25 sono state vendute esclusivamente online per essere indossate su piattaforme come VRChat e Roblox, aprendo così la strada a una nuova frontiera della moda virtuale di lusso.

Successivamente ha prodotto collezioni digitali in collaborazione con la piattaforma Zepeto, dove gli utenti possono vestire l'avatar con abiti firmati Gucci (Maccotta, 2021).

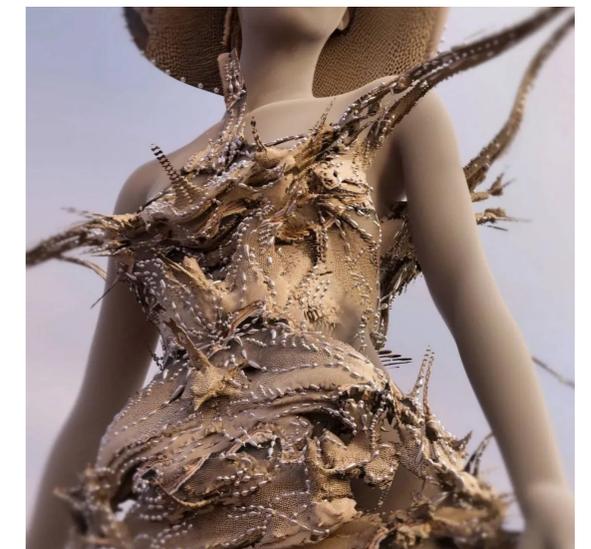
È stato allora che hanno avuto luogo le prime vetrine di collezioni digitali, accompagnate dalle prime sfilate in remoto. Tutto questo clamore attorno al nuovo settore ha contribuito alla creazione di marchi specializzati dove è possibile provare e acquistare abiti virtuali, come Dress-X, The Fabricant e Artisan (The history of Digital Fashion, 2022).

Tra il 2020 e il 2021, il mercato dell'abbigliamento virtuale ha registrato una rapida crescita, grazie all'introduzione degli NFT, token non fungibili. I vestiti NFT costituiscono look curati e ben studiati che possono diventare essi stessi oggetti da collezione ed essere rivenduti sul mercato secondario per un valore superiore. Il costo di questi abiti virtuali è spesso superiore a quello dei normali capi, auspicando a buone prospettive di utilizzo e terreno fertile per il loro sviluppo.

Proiettati verso una digitalizzazione nel metaverso, l'abbigliamento virtuale sarà parte integrante di questo nuovo mondo, motivo per cui molti marchi stanno cercando di ritagliarsi una nicchia in questo entusiasmante mercato (The history of Digital Fashion, 2022).

A dieci anni dalla nascita della moda digitale, Helsinki Fashion Week ha festeggiato con un evento interamen-

te digitale accessibile a tutti. È stata usata una piattaforma per rendere immersiva l'esperienza digitale della visita al Museo del Louvre di Parigi, mentre venivano esposte le collezioni. Hanno partecipato quaranta marchi di quindici Paesi diversi che si sono distinti per la costruzione di esperienze di shopping immersive e di giochi virtuali, mostrando come la tecnologia possa trasformare il retail tradizionale. Inoltre, attraverso le potenzialità digitali hanno avuto l'opportunità di mostrare il loro processo di produzione e progettazione passo dopo passo alla loro community e a fashion-lover che per la prima volta entravano in contatto con il brand (Bellini, 2024).



Abito esposto alla Helsinki Fashion Week 2024.

I vantaggi

La moda digitale presenta dei vantaggi che possono essere applicati in varie fasi della catena produttiva. In primis, il digital fashion ha la possibilità di pianificare la produzione, testando la domanda e le preferenze dei consumatori senza avere un prodotto reale. In questo modo si prevede se le collezioni possono avere successo e produrre solo quello che viene approvato dall'audience, limitando l'impatto

ambientale. Inoltre, si possono fare presentazioni di nuovi progetti creativi, creando campagne promozionali senza la necessità di abiti veri e propri. Ad esempio, Diigitals è la prima azienda che crea modelli 3D per reinventare il modo in cui si producono i prototipi di indumenti. Grazie all'implementazione di modelli tridimensionali, i tempi di realizzazione dei capi vengono ridotti del 60% rispetto a quelli ca-



Diigitals x Louis Vuitton. Credit: Diigitals.

nonici (Maina & Di Giulio, 2024; Start 2 Impact University, 2023).

In seconda istanza, i vestiti digitali sono completamente immateriali e quindi non sono vincolati dalle leggi della fisica, dalla forza di gravità e dalla scienza dei materiali. L'unico limite è l'immaginazione, infatti la moda digitale promuove la creatività e l'inclusione, dove chiunque possa indossare un determinato abito, indipendentemente dalla taglia o dal genere (Start 2 Impact University, 2023).

Sostenibilità

Uno degli aspetti più promettenti della moda digitale è la sua sostenibilità, dato che il settore tessile è tra i più inquinanti al mondo. Infatti, il consumo eccessivo del fast fashion ha avuto un impatto negativo sull'ambiente e perde circa 500 miliardi di dollari americani all'anno a causa della mancanza di riciclabilità.

La moda digitale, però, non potrà mai sostituire totalmente quella tradizionale, ma integrandola si avrebbe la possibilità di ridurre gli sprechi e l'impatto ambientale delle nostre scelte. Attualmente, l'alba dell'innovazione digitale sembra incontrare la velocità del cambiamento nei gusti dei

consumatori e nelle tendenze attuali, più intensamente della fast fashion. Per tanto, i marchi sono entusiasti di fare campagne per piani aziendali eco-compatibili che garantiscono trasparenza e tracciabilità del prodotto.

Ciononostante, anche il digitale non è a impatto zero, ma, secondo un'analisi di Dress X la produzione di un articolo digitale genera il 95% in meno di CO2 rispetto alla produzione di un indumento fisico, risparmiando 3300 litri di acqua per prodotto. In aggiunta, l'impronta di carbonio di una maglietta di cotone bianca è di 10,75 kg mentre la sua corrispondente digitale emette 0,312kg (Maina & Di Giulio, 2024; Start 2 Impact University, 2023).

WPertanto, la moda digitale non è più solo una curiosità tecnologica, ma rappresenta una nuova frontiera per l'industria sostenibile, che sta ridefinendo il concetto di abbigliamento e aprendo nuove strade per l'espressione individuale e l'innovazione.

Digital ethnography

I consumatori percepiscono la moda in modo piuttosto differenziato, in modo complesso e articolato, costantemente in evoluzione, per dare risposta alle tendenze dei consumatori, ai cambiamenti sociali e alle nuove tecnologie. La comprensione di tali dinamiche è stata sottoposta ad un processo di digital ethnography, che si basa sull'analisi di piattaforme come Reddit, TikTok e Instagram, e facendo emergere come i consumatori riflettono e reagiscono ai fenomeni di trasformazione del settore.

Si evidenzia un confronto che spazia sostenibilità del fast fashion alle tendenze moda per il 2024, con particolare attenzione alle questioni ambientali, sociali ed economiche.

Discussione critica

La prima piattaforma social che ha analizzato tali processi è Reddit, dove gli utenti possono condividere link, contenuti e partecipare a discussioni, a volte dettagliate e volte anche contrastanti.

Tra i non molto diffusi thread dedicati alla moda, ricordiamo "ELI5: I don't understand today's fashion, can someone explain?", in cui gli utenti va-

lutano e analizzano i confronti tra le tendenze degli inizi degli anni 2000 con le tendenze attuali ed emerge una sensibilità più sfumata dello stile contemporaneo, che appare evidente come sia influenzata da algoritmi e dalla personalizzazione dei gusti, eseguite da piattaforme quali TikTok, Instagram e Pinterest.

Non secondario è il fattore legato al cambiamento dei valori estetici, laddove capi che in passato sarebbero stati ridicolizzati, come le tabi shoes e le Crocs, diventano nuovamente di moda, grazie, soprattutto, alla maggiore pubblicità su caratteristiche del prodotto, quali comfort ed espressione personale.

L'evidente "bruttezza" di alcuni oggetti viene stravolta e re-interpretata come nuovi parametri più vicini agli standard di femminilità e come una nuova risposta verso una moda più inclusiva e genderless.

Durante la pandemia da Covid 19, alcune tendenze di moda, come il balletcore e il cottagecore hanno acquistato grande popolarità, in quanto rappresentavano una sorta di riconnessione con i "tempi passati" dei consumatori, la loro infanzia, in contrapposizione all'idealizzazione di oggetti considerati "girly", molto giovani, che essendo stati rivalutati e resi nuovamente desiderabili, evidenziano una tendenza e un nuovo apprezzamento per il romanticismo.

"There are different levels of "trendy" going on. Things can be trending on runways or early adopter fashion spaces, that never actually make it mainstream into the big box stores, or take a few years to do so. Tabi lovers were wearing them in the 90s not caring that they made normies mad lol. They have in recent years trickled down to wider popularity as part of the "ugly shoe" trend, which was also several years in the making on runways (see Phoebe Philo's Celine--she was known for lots of different kinds of intentionally ugly shoes and did a puddle boot before Bottega Veneta) before going more mainstream.

I personally think the intentional "ugliness" may be indicative of a general shift in recent decades in women's fashion away from traditional ideas of "sexiness" and "femininity" and away from clothes that obviously seem made for the entertainment of men looking at her, not for the woman wearing them herself. There's still plenty of nakedness on the runways but in recent years I do notice it's done in a more gender neutral, unsexualized mood. Perhaps pushing the envelope of conservative norms surrounding the human body and a statement that the bare human body need not be a sex symbol by default.

The girly trends mentioned in the video you shared with buzzwords like balletcore and coquette are also part of this I believe--though like the cottagecore stuff during the pandemic, it's also a lot about nostalgia: Polly Pocket feels more nostalgic to this early 90s kid than a lot of the supposedly "Y2K" trends--perhaps the zeitgeist is moving to a point where denouncing girly things as inherently inferior/weak/ridiculous is finally being recognized for the misogyny it is. Sandy Liang is so healing for the inner child lol.

That said, many of the looks shown in the TikTok you shared strike me as extreme, exaggerated versions of specific trends that I doubt many people wear all at once irl".

"with all due respect: i honestly don't think a video of someone predicting future 2024 trends with less than 100 likes on tiktok is really reflective of what's actually trending at the moment!

there are parts of the videos that i agree with (like balletcore/coquette style being popular and around to stay) but i think that a lot of it is also curated to her and what she likes. in a world where fashion is becoming very much driven by online consumption of fashion (pinterest boards, tiktok videos, instagram photos), the idea of what fashion is or what's trendy becomes increasingly algorithmic and curated to a user.

in the case of tabi shoes and crocs: i think the former is a rejection of the idea that fashion needs to be appealing/look attractive, and it embraces more unique, art-escape fashion as a form of expression. in terms of crocs, we've seen a shift towards comfort in fashion for years now: athleisure, matching sets, and more becoming critical parts of a day-to-day look, and crocs (known for their comfort and ease to put on) are a natural extension of that. both are still very much divisive in terms of whether they look cool or weird though haha"

"I think you're taking historical analyses of fashion and trying to apply them to the current state. We know what seems important politically and socially and economically at the moment, but if we come back in 50 years to point out the major trends and ask how they influenced what we wore, different connections will become clear.

We can try to apply that kind of analysis to the current moment, but it's going to be more conjecture than science at this point."

Commenti sotto al thread di Reddit. Link: https://www.reddit.com/r/femalefashionadvice/comments/18se79t/eli5_i_dont_understand_todays_fashion_can_someone/

In formato breve e virale

Tra i principali canali per l'espressione delle tendenze virali, ricordiamo TikTok che attraverso brevi video virali, interagisce con un pubblico assai ampio e vario, veicolato dalla figura dell'influencer del momento, che spesso realizza propri video in contesti casalinghi, con millennial e Generazione X che apprezzano molti ambienti come il salotto o la scrivania, in quanto creano empatia con il consumatore.

Si vedono spesso video ambientati in camera da letto oppure video con persone che eseguono attività quotidiane, semplici, che tutti eseguono, come bere un caffè o mettersi lo smalto.

Inoltre coloro che sono individuabili nella GenZ, con l'intento di rendere la narrazione più chiara e veritiera, utilizzano immagini o testimonianze che aiutano alla comprensione generale, valutando con attenzione il set di produzione e curando bene il risultato finale del video che deve riflettere le priorità generazionali, con lo scopo ultimo di avvicinare il pubblico per renderlo "amico" dove i followers entrano a far parte di un gruppo amicale.

Attraverso brevi video diffusi su TikTok e su Instagram, il "fit check" mostra l'outfit del giorno, offrendo

consigli sugli abbinamenti, dopo aver spiegato la vestibilità dei capi stessi.

Diventa quindi molto semplice e comune condividere suggerimenti su come adattare gli outfit alle varie situazioni, senza dover necessariamente acquistare nuovi capi. Anche se la platea dei followers fa emergere contraddizioni, come la limitazione dell'offerta di capi che vanno anche oltre la taglia XL.

Tale limitazione non è da poco, in quanto costringe molte persone a optare per marchi poco sostenibili, in quanto non ci sono molti brand in grado di soddisfare le loro esigenze fisiche. A tal proposito è evidente l'esempio offerto dalla piattaforma di Shein, che oltre a essere criticata per la scarsa attenzione alla sostenibilità, viene comunque scelta dai consumatori perché offre oltre alla 3XL.

Si può comprare la sostenibilità?

"Perché non vietano l'ingresso in Europa di questi prodotti? Nessuno di tute?"

"Quando i negozi "normali" cominceranno ad avere taglie inclusive sarò la prima a smettere di comprare su Shein."

"Come mai il primo stipendio se lo tiene l'azienda?"

"Studiamo anche gli altri brand e vediamo che cosa contengono"

"Inizierò a non comprare su Shein quando nella mia città apriranno negozi vintage. Vinted non è più un'opzione."

"Sarebbe interessante un video su altri brand, i materiali che sono in giro sono di bassissima qualità, a prescindere dal prezzo e dalla marca. Emergono prese in giro!"

Commenti sotto ad un reel di TikTok che tratta le campagne di sostenibilità di Shein.

Link: <https://www.tiktok.com/@giorgia.palmirani/video/7368565937718480161?q=fashion%20perception&t=1726754284528>

La questione delle taglie emerge pure in alcuni commenti comparsi su un reel di TikTok che propone marchi più sostenibili rispetto a Uniqlo, un brand piuttosto conosciuto e seguito per l'offerta di capi neutri, minimalisti e disponibili in una vasta gamma di taglie. In questo caso, l'oggetto delle critiche è l'accessibilità economica, laddove il consumatore preferisce capi meno costosi a discapito della sostenibilità.

E' evidente che i processi di produzione etici e con materiali di qualità, tendono ad avere prezzi più elevati rispetto ai brand di fast fashion, infatti i marchi eco-friendly, puntano sulla longevità dei capi, e sul consumo più responsabile riducendo la necessità di acquisti frequenti. I grandi brand, sensibili al mercato e alle tendenze future dei consumatori stanno cercando di dare la giusta risposta alla questione sostenibilità, se a lungo termine sia effettivamente ancora accessibile a tutti, oppure, viceversa, se sia riservata soltanto a chi può permettersi di avere abiti con qualità superiore.

Un altro interessante aspetto emergente è quello proposto da alcuni reel che evidenziano soluzioni già dispo-

“Se non si confronta dentro la stessa fascia di prezzo però non ha senso. L’unico con prezzi che assomigliano a Uniqlo è Honest basic e gli altri sono 25 volte più cari.”

“Asket una T-shirt 4€“

“Paragonabili non direi. L’unico con un’estetica gradevole, contemporanea ha prezzi di MaxMara. Tantovale...”

“250% in più del prezzo Uniqlo sarebbe un’alternativa? Iniziamo a mantenere lo stesso prezzo per stessa etichetta composizione prima di dare “alternative“. Quindi 15€ 100% cotone che alternativa è?”

nibili in commercio o a noleggio. Un esempio lampante è la collezione conscious di H&M (primavera 2014), una linea prodotta con materiali riciclati, che promuove il rispetto per l’ambiente. Come spesso accade, il mercato risulta essere diviso tra coloro che sono sorpresi dal fatto tale iniziativa sia stata poco pubblicizzata e coloro che sono scettici, perché H&M è tra i principali attori del fast fashion, settore la cui produzione è altamente impattante sul pianeta.

Commenti sotto un reel di TikTok che propone alternative più sostenibili ad Uniqlo.

Link: <https://www.tiktok.com/@giorgia.palmirani/video/7347400535185558816?q=fashion%20perception&t=1726754284528>



Campagna della collezione Conscious di H&M.

Sicurezza e controlli

La tutela dei consumatori viene posta in essere attraverso i controlli eseguiti sugli abiti prodotti da alcuni brand, primo tra tutti Shein.

Sembra che il brand asiatico continui ad utilizzare materiali nocivi per la salute e l’ambiente a suo diretto discapito, come evidenziato dal mercato, in cui diversi utenti si sono a schierarsi contro. Le loro richieste volgono ad aumentare il numero di verifiche sulla qualità dei prodotti utilizzati. Chiedono, inoltre, di estendere le ispezioni agli altri marchi del fast fashion, o all’intero sistema moda.

La scelta di controllare Shein è dovuta al fatto che il brand è costantemente sotto i riflettori, creando riflessioni sull’industria della moda. Tali controlli stanno generando ripercussioni sul mondo del fast fashion, con prime ipotesi del suo possibile declino.

La risposta di altri brand come Zara e H&M è stata quella di alzare i prezzi, giustificando l’incremento con il miglioramento della qualità. Tra i consumatori è subito emerso il sospetto che si tratti solo di una strategia di comunicazione, senza aver significativamente migliorato la produzione.

A ogni modo, il comportamento del compratore medio sembra non essere

“H&M secondo me è serio, ma altri brand (Stradivarius ecc) hanno capi di abbigliamento spacciati per eco friendly che hanno solo basse percentuali di tessuto riciclato.

“Poi serio ovviamente fino ad un certo punto perché spesso anche in H&M i componenti e la qualità rimangono le solite ovviamente.”

“Ida voglio essere sincera, Zara e H&M sono fast fashion fino ad un certo punto, hanno alzato tanto i prezzi a me preoccupano altri brand a 4.99 etc”

“Non sapremo mai con certezza, ma tutti questi sembrano buoni segnali... grazie!”

“Patagonia fa solo marketing H&M fa marketing puntando alla sostenibilità, questo però non lo rende un marchio sostenibile non è grave come gli altri“

“Molto interessante!“

“Secondo me tra il fast fashion H&M è il meno peggio! Ho dei vestiti da ufficio con materiali riciclati che nonostante gli anni stanno durando “

Commenti sotto ad un reel di TikTok che tratta le soluzioni sostenibili di H&M.

Link: <https://www.tiktok.com/@idagalati/video/7184731992381050118?q=fashion%20perception&t=1726754284528>

realmente cambiato, bensì si è semplicemente spostato da Zara a Shein, in quanto quest'ultimo offre ancora prezzi più competitivi a parità di spesa.

“Ma perchè parliamo sempre di Shein? perchè negli ultimi anni a spollolato quindi diventa scomodo, parliamo dei negozi che comprano una maglietta a 3/4 (euro) siamo proprio sicuri che sono a norma di legge”

“Hanno fatto qualche esame alle altre aziende?”

“Perchè se è tossica non vengono fermati?”

“Invece di accanirsi contro Shein perchè non dici che se una compra italiano ci vuole un rene, un pantalone arriva a costare anche 80 euro, una camicia oltre 100 euro, per non parlare delle scarpe, oggi è tutto”

“ABBIAMO BISOGNO CHE QUESTI TEST VENGANO FATTI ANCHE SU TUTTO IL RESTO DEL FAST FAST FASHION”

Commenti sotto ad un reel di TikTok che descrive i materiali nocivi utilizzati da Shein.

Link: <https://www.tiktok.com/@idagalati/video/7409968262177443104?q=fashion%20perception&t=1726754284528>

“La gente non ha cambiato sensibilità, si è solo spostata su Shein”

“Aspetto con ansia il fallimento di SHEIN e TEMU”

“non c'è solo Zara e H&M, ce n'è mille: Bershka, Stradivarius, Zuiki, Mango; Terranova...”

“Mah.. credo che il discorso sia più complicato Temu e Shein sono diversi da tutti questi Zara, H&M, Stradivarius, ecc ecc.

1) non hanno negozi con mura, quindi niente spese
2) sui loro siti compr solo”

“Secondo me il problema è che pensiamo che non valga di più di quello che paghiamo nel fast fashion perchè non sappiamo il valore vero.”

6. Commenti di un video di TikTok che tratta il possibile fallimento del fast fashion.

Link: https://www.tiktok.com/@sara_inside-fashion/video/7332763096265641249?q=fashion%20perception&t=1726754284528

Continuando a trattare di fast fashion, una recente iniziativa della Francia, ha introdotto una tassa sui prodotti del fast fashion e su quelli considerati nocivi per la salute, in base al numero di capi immessi sul mercato e alla durata del ciclo di vita degli stessi.

L'onere del pagamento della tassa sarà addebitato al consumatore, con l'intento di aumentare la sensibilità e la consapevolezza a riguardo alla merce acquistata.

La novità della nuova tassa risiede nel fatto che è diretta contro il fast fashion e i fondi raccolti dovranno essere destinati a progetti di riciclo di rifiuti tessili e alla promozione della moda circolare.

Come da aspettative, l'iniziativa suscita pareri contrastanti, in cui da un lato c'è chi critica la scelta, affermando che a fronte di presunte sensibilizzazioni dei consumatori, le ripercussioni economiche su quelli più vulnerabili pongono solo barriere, e, per contro, ci sono altri che apprezzano tale iniziativa e sperano in una misura simile in Italia.

In realtà c'è in ulteriore gruppo di consumatori che considera la legge inefficace e sostiene che, comunque, si continueranno a comprare gli ultimi capi alla moda, rendendo la misura solo un piccolo intervento su un problema ben più grande, come già constatato analizzando le tendenze autunno-inverno 2024, che rimangono

“La Francia avanti anni luce”

“Giustamente io lavoratore medio non mi posso più vestire perchè invece di creare brand sostenibili a basso costo mi tassano le uniche cose che riuscivo a comprare...geni”

“se puntano il dito sul consumatore e non sul brand, non serve a molto”

“Come sempre va a finire sulle spalle del consumatore”

“Secondo me la gente continuerà ad acquistare basti pensare a Zara (si parla sempre di fast fashion) ma la gente continua a fare file km pur di acquistare l'ultima tendenza.”

“Il futuro sarà ul vintage eil second hand a mio parere”

“E l'Italia quando?”

6. Commenti di un video di TikTok che tratta il possibile fallimento del fast fashion.

Link: https://www.tiktok.com/@sara_inside-fashion/video/7332763096265641249?q=fashion%20perception&t=1726754284528

un argomento dominante sulle principali piattaforme.

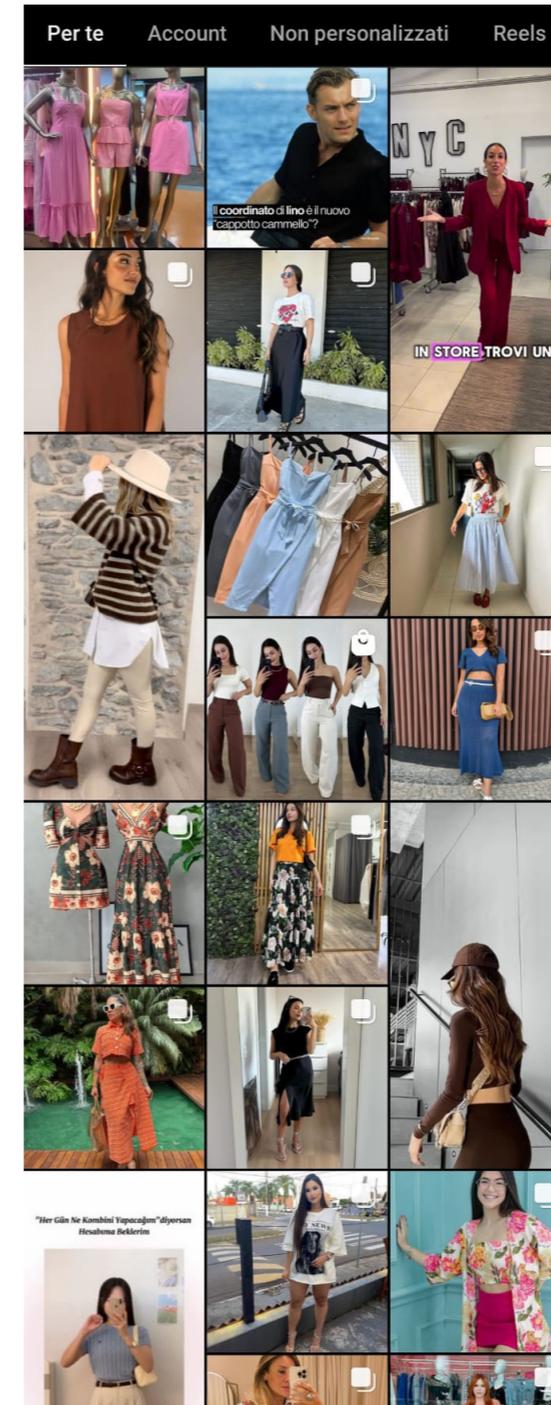
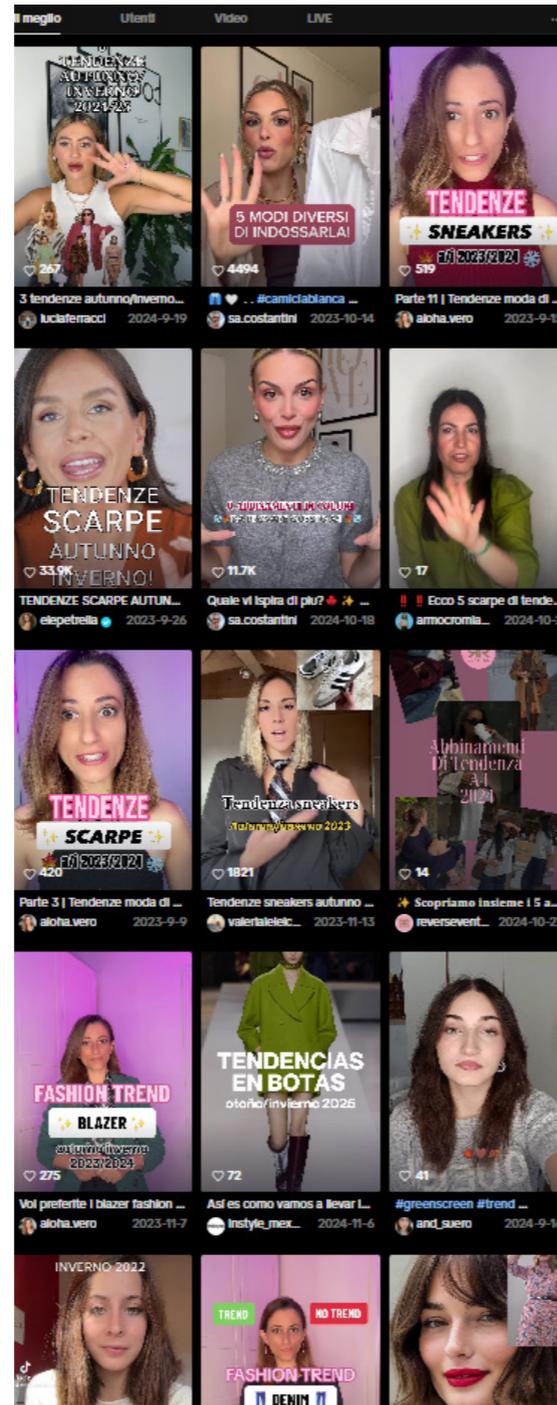
Su TikTok, i video dedicati alle nuove collezioni autunnali totalizzano migliaia, o forse anche milioni, di visualizzazioni, mentre su Instagram sono più diffusi i post che offrono abbinamenti tra vestiti e accessori.

Da quanto sopra, emerge chiaramente che per molti consumatori, permane la preferenza a seguire gli ultimi trend, trascurando in modo più o meno palese, l'impatto ambientale e sociale sulle scelte di acquisto, oltre ad alimentare una dinamica sempre più evidente costituita dall'attenzione per il nuovo, l'inedito, il must-have del momento, spostando in secondo piano qualsiasi riflessione relativa alla sostenibilità.

D'altronde, il fast-fashion basa la propria economia sul continuo e veloce rinnovo delle collezioni, in continuo aggiornamento.

I consumatori, senza un cambio radicale nell'approcciare il tema della sostenibilità ambientale, fanno sì che tale argomento rimanga un concetto astratto, limitato al dibattito sul tema, senza mai essere concretizzato in azioni con reale efficacia a livello di sistema.

Schermata di TikTok che mostra i trends autunno-inverno 2024.



Schermata di Instagram che mostra i trends autunno-inverno 2024.

03

CONSAPEVOLEZZA

Il potere del consumatore

Il sistema della moda contemporanea è costretto ad affrontare un modello cosciente e critico del consumatore, che è in grado di destabilizzarlo dall'interno. Questa consapevolezza non ha solo una natura informativa,

ma dà anche il via a un attivismo causale per il cambiamento: con le proprie scelte di acquisto, i consumatori possono modificare l'intero orientamento di produzione di un'azienda.

“The consumer has the power to push the fashion industry towards a more sustainable and ethical path. But they need to be informed.”

Livia Firth

La consapevolezza del compratore si è spostata dall'essere concentrata sul design e sull'attualità verso preoccupazioni per l'impatto ambientale e sociale di quanto acquistato. Infatti, non si cerca solo il prodotto finito, ma anche la trasparenza del processo di produzione e l'origine dei materiali utilizzati (Fashion Transparency, 2024). Oggi il consumatore si informa di più sui materiali usati nella produzione

di vestiti e accessori ed è a conoscenza che alcune sostanze utilizzate possono essere pericolose per l'uomo e per l'ambiente. Il 69% dei lettori di Vogue ritiene che la sostenibilità sia un fattore importante quando si comprano nuovi capi e il 55% dei consumatori americani è favorevole a comprare abiti eco-friendly (Ruiz, 2024). Mentre la Generazione Z e i Millennial sono maggiormente inclini a prendere

decisioni di acquisto in base ai propri valori. La maggior parte degli acquirenti della Gen Z preferisce i marchi sostenibili ed è persino disposta a spendere un ulteriore 10% in più per prodotti ecologici. Per tanto, 3 consumatori su 4 della Generazione Z danno la priorità alla sostenibilità rispetto al marchio quando si tratta di effettuare

un acquisto (Sy, 2022).

Spesso, il fast fashion è criticato per una produzione insostenibile e rapida, coagulata dalla necessità di rimanere in cima a mercati e tendenze sempre più in movimento, ma questi aspetti rappresentano solo la punta dell'iceberg. Guardando da vicino l'industria



della moda e pensando alla scala su cui opera, diventa chiaro che attualmente c'è un modello commerciale insostenibile dietro tutto ciò. Il mantenimento della produzione e degli approcci attuali all'abbigliamento mette a rischio la redditività di tutta l'industria tessile. Il rapporto Pulse of the fashion industry prevede che entro il 2030 i marchi di moda potrebbero registrare un calo dei margini di guadagno, prima degli interessi e delle imposte, di oltre tre punti percentuali. Questo si tradurrebbe in una riduzione dei profitti di circa 45 miliardi di euro per il settore (Pulse of the fashion industry, 2017).

Inoltre, la necessità di creare velocemente abiti economici ha reso neces-

sario utilizzare materie prime di bassa qualità e non biodegradabili. Nel tempo, ciò ha portato alla crescita della quantità di abiti nelle discariche e alla comparsa di microplastiche negli oceani. Secondo i dati di Ellen MacArthur Foundation, in ogni secondo, l'equivalente di un camion di rifiuti tessili viene bruciato o smaltito in discarica (A new textiles economy: Redesigning fashion's future, 2017).

Un altro aspetto fondamentale legato all'industria della moda è la delocalizzazione della produzione. Per massimizzare i profitti e mantenere comunque mantenere prezzi competitivi sul mercato, molti marchi hanno aperto fabbriche in aree dove



Quel che restava del Rana Plaza a poche ore dal crollo

la manodopera è a basso costo come Bangladesh, India e Vietnam. In questi Paesi in via di sviluppo, i costi di produzione sono minori, spesso è a scapito dei diritti dei lavoratori, che sono costretti ad affrontare condizioni di lavoro insostenibili, con turni di 12 ore e salari che non raggiungono il minimo vitale. Le organizzazioni per i diritti umani denunciano regolarmente casi di sfruttamento, maltrattamenti e anche incidenti mortali, come il caso emblematico del crollo del Rana Plaza in Bangladesh nel 2013, che uccise più di 1.100 persone. L'episodio è stato cruciale perché ha attirato l'attenzione internazionale sugli impatti sociali associati alla catena produttiva dell'abbigliamento.

Da quell'episodio, le ONG hanno iniziato a sensibilizzare sugli effetti negativi dell'industria tessile sull'ambiente e sulla società. Un esempio è la campagna Detox che ha condotto Greenpeace per stimolare i brand ad adottare un processo produttivo nuovo che limitasse il consumo eccessivo (Clean Clothes Campaign, 2015; BBC, 2013; A new textiles economy: Redesigning fashion's future, 2017).

Di fronte alla richiesta di eticità e sostenibilità, il sistema della moda non potrebbe più nascondere le proprie imperfezioni: dallo sfruttamento del lavoro nei paesi in via di sviluppo fino all'uso di composti chimici altamente

inquinanti. D'altro canto, le aziende hanno cercato, e continuano tuttora, a migliorare la trasparenza nella filiera produttiva. In particolare, Fashion Transparency Index (FTI) del 2023, ha evidenziato che più della metà (52%) dei 250 marchi esaminati, sta rendendo noti i propri elenchi di fornitori (Fashion Transparency Index, 2023). Tutto ciò è mosso dal fatto che gli impatti negativi dell'industria possono rovinare la reputazione per le grandi firme e mitigare le tendenze normative, che incidono sui profitti delle aziende che non rispondono (A new textiles economy: Redesigning fashion's future, 2017).

Con il crescente interesse per la sostenibilità ambientale e sociale, è nata la richiesta di una moda più inclusiva. Oggigiorno, i consumatori vogliono indossare capi che riflettano al meglio i valori e gli ideali personali. Infatti, soprattutto nelle nuove generazioni che cercano di esprimere la propria individualità, sono sempre più ricorrenti temi come la moda senza genere e inclusività delle taglie. Per la Gen Z, il genere non è più uno degli aspetti che condiziona le scelte di acquisto e l'adozione di una moda gender-fluid può essere complessa, soprattutto se vengono esaminate le differenze culturali tra i vari mercati.

In passato, per rispondere a questo bisogno era stata introdotta una terza

categoria “unisex”, che si adattasse sia ai corpi femminili che quelli maschili. Il risultato fu la creazione di una linea minimalista con uno stile over size. Di conseguenza, tale categoria venne criticata e considerata priva di autenticità; oggi, invece, avere una linea unisex potrebbe non essere abbastanza per rispondere alle prospettive dei giovani (The State of Fashion 2023, 2023).

Adottare pratiche sostenibili richiede un approccio olistico finalizzato a soddisfare gli obiettivi ambientali, sociali e commerciali ma può risultare difficile da attuare concretamente e da comunicare in modo chiaro ai consumatori. Tanto più che il settore tessile non ha ancora trovato una via comune per dare un’impronta condivisa e globalmente accettata al cambiamento. Un esempio interessante è rappresentato dal dibattito sulla filiera della pelle, dove la questione verte sul maltrattamento sugli animali. Le alternative vegane non sempre rappresentano la soluzione ottimale poiché spesso contengono plastica derivata dal petrolio, la cui produzione e smaltimento impattano significativamente sull’ambiente. Questo porta ad un paradosso, costringendo il consumatore a scegliere tra la salvaguardia animale o quella ambientale. Inoltre, i brand che vogliono opera-

re in modo responsabile si trovano a dover fronteggiare contraddizioni per mantenere il loro impegno in termini di sostenibilità. Devono infatti bilanciare il minor impatto ambientale, la scelta di materiali, il rispetto dei diritti dei lavoratori e la trasparenza all’interno della catena di fornitura con la qualità e l’accessibilità dei rispettivi prodotti. Per tanto solo attraverso una collaborazione trasversale sarà possibile creare un modello di moda sostenibile che rispetti tanto il pianeta quanto le persone, dando ai consumatori strumenti adeguati per prendere decisioni consapevoli e informate.

Casi studio

1. Albero indossabile
2. Integrazione Ciberumana da Nike
3. Abbigliamento per Auto-Realizzazione
4. Leasing per Bol.com
5. Economia Circolare Urbana da H&M
6. WIM: Abito Aptico Multisensoriale
7. Opale: Abito Empatico
8. BioLogic: Tessuti Bio-Smart
9. CompoClothes
10. Caster Culture
11. Afterworld: The Age of Tomorrow
12. TECHNĒ
13. Market Gredit
14. Carbon Looper
15. MycoTEX
16. Hyperdigital Fashion
17. Algiknit
18. Spintex
19. Frumat
20. Wearable X
21. Evrnu
22. Looptworks
23. FabBRICK

1. Albero indossabile

Scenario:

Ambientato in un “Futuro della Moda in Rapida Evoluzione”, questo progetto si concentra su come Greenpeace possa influenzare il comportamento dei consumatori in un mondo dominato dalla fast fashion.

Concept:

Inizialmente si trattava di abiti con un’influenza attiva sull’ambiente: l’albero indossabile avrebbe dovuto assorbire CO₂ mentre lo si indossava, contribuendo alla riduzione dell’effetto serra. In seguito, in collaborazione con il Brand Nike, è stato sviluppato in un indumento protettivo, fatto di alghe, da indossare sopra i propri abiti. Durante l’uso, l’indumento riduce la CO₂ per mezzo della fotosintesi e, dopo lo smaltimento, il materiale verrebbe riutilizzato.

Innovazione:

L’innovazione è stata lo sviluppo di un indumento protettivo, da indossarsi sopra altri indumenti, realizzato con tessuto costituito da alghe, che riduce la CO₂ attraverso la fotosintesi e può essere riutilizzato dopo lo smaltimento. È evidente il cambio di prospettiva che viene dato agli indumenti, vedendo l’abbigliamento come uno strumento di protezione ambientale piuttosto che come una fonte di inquinamento.

Source: Eggink & Albert De La Bruheze, 2018



Esempi del “wearable tree” di Greenpeace, concept in a collaboration with Nike.

2. Albero indossabile

Scenario:

Il progetto, in collaborazione con il Brand Nike, opera all'interno di uno scenario più complesso, "Superumano", caratterizzato da un elevato sviluppo tecnologico e, purtroppo, una bassa consapevolezza della sostenibilità.

Pertanto, è stato previsto l'adattamento commerciale della tecnologia dei nano-robot, attualmente ancora in fase di studio e sviluppo. Dall'analisi e sperimentazione, è scaturito un concept che prevedeva l'inserimento di un impianto nella testa il quale avrebbe comunicato direttamente con l'occhio, per presentare al cervello una sovrapposizione simile alla realtà aumentata.

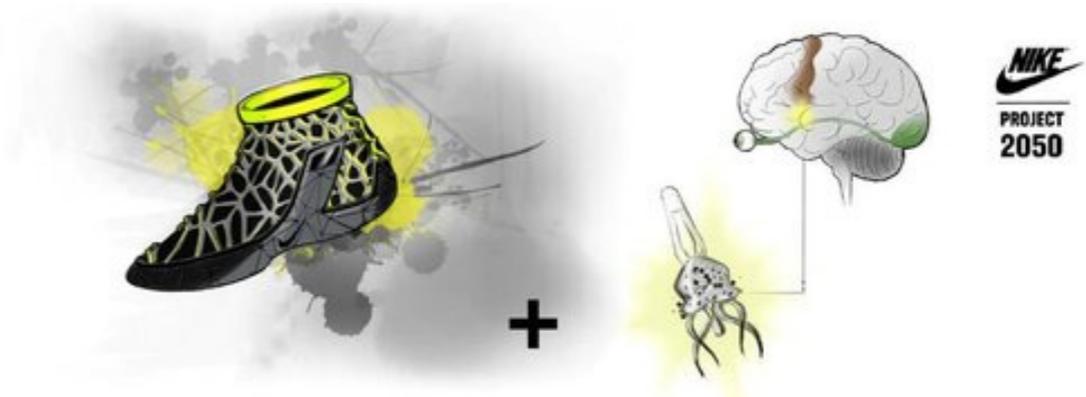
Concept:

I ricercatori hanno progettato un nano-implant per il cervello che si connette con abbigliamento e scarpe smart. L'interfaccia del nanorobot serve come piattaforma per l'automonitoraggio, con l'obiettivo di migliorare le prestazioni e i risultati. L'overlay di AR mostrerebbe la forza e la tensione del proprio sistema muscolare, fornendo un feedback durante le sessioni di allenamento. Inoltre, è stata anche presentata una scarpa high-tech con effetto stabilizzante, nella quale sono inseriti dei sensori che, in collegamento con l'impianto nel cervello, controllano le fibre attive nella suola che adatteranno costantemente l'elasticità del materiale. In questo modo, la scarpa sarebbe in grado di correggere in tempo reale gli squilibri dell'andatura.

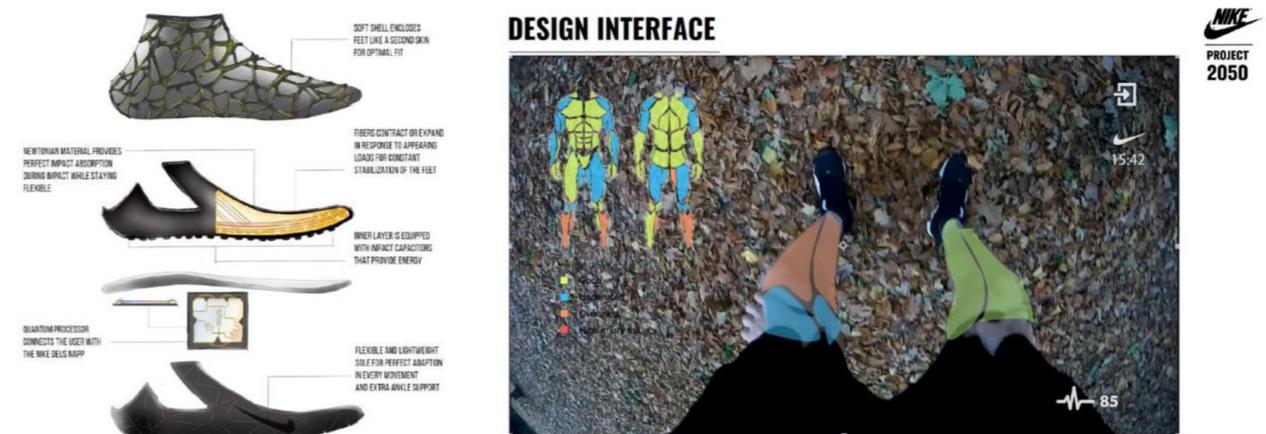
Innovazione:

L'idea prevede una scarpa high-tech che si adatta in tempo reale ai movimenti dell'utente, offrendo maggiore stabilità e performance. Questa tecnologia mira a ridurre la necessità di possedere più paia di scarpe, promuovendo così la sostenibilità attraverso la durabilità e aggiornamenti modulari.

Source: Eggink & Albert De La Bruheze, 2018



Concept di una scarpa futura in collaborazione con Nike. Gli attuatori e i sensori della scarpa sarebbero collegati a un nano-impianto nel cervello.



A destra. L'overlay di AR mostra la forza e la tensione del proprio sistema muscolare, fornendo un feedback durante l'attività.

A sinistra. Concept della scarpa modulare high-tech, in grado di correggere in tempo reale gli squilibri dell'andatura

3. Abbigliamento per l'Auto-Realizzazione

Scenario:

Il progetto si inserisce in un contesto in cui la società è caratterizzata da un alto livello di partecipazione sociale all'interno della comunità ed inoltre i suoi cittadini hanno un grande desiderio di realizzazione personale.

Concept:

Nike è vista come un brand che sfrutta tecnologie avanzate di abbigliamento per supportare i consumatori nel raggiungimento dell'auto-realizzazione.

La piattaforma proposta combina la realtà virtuale, nella quale sensori che monitorano l'attività cerebrale e programmi di coaching personalizzati, hanno un unico obiettivo che è quello di aiutare gli utenti a scoprire le attività sportive che meglio rispondono ai loro interessi e ai loro valori personali.

Il sistema potrebbe essere personalizzato in base ad aspetti quali la preferenza per gli sport individuali o di squadra, il livello di competitività o l'assunzione di rischi, oltre ad aiutare il monitoraggio delle attività di allenamento e i risultati ottenuti, oppure mettere in contatto persone con gli stessi interessi per eventi sportivi sociali. Si rileva che il sistema, immaginato all'interno di una società partecipativa, ha finalizzato il progetto sul tema dell'inclusività anche dal punto di vista tecnologico.



Schema della piattaforma "Nike purpose", che aiuta a trovare nuovi obiettivi di attività nella vita.



A sinistra: Prodotto "Nike-purpose", immaginato come patch da cucire su una maglietta di base con capacità conduttiva. A destra: Visualizzazione dello scenario futuro "power to the people" per cui è stato sviluppato.

Innovazione:

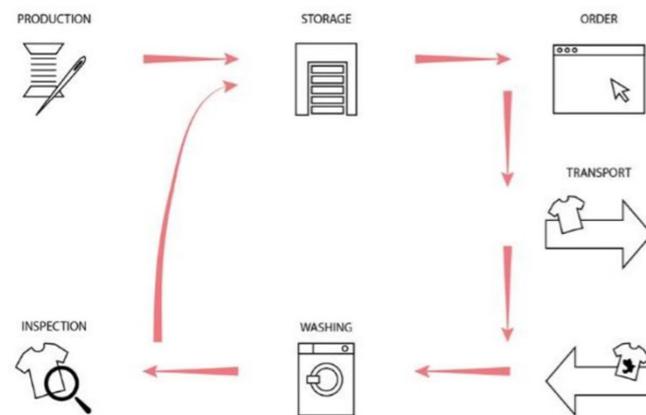
L'innovazione è finalizzata a personalizzare le esperienze sportive in base ai valori e ai desideri individuali, promuovendo una connessione più profonda tra il consumatore e il marchio; ed enfatizzando la crescita personale rispetto al consumo materiale di indumenti.

Source: Eggink & Albert De La Bruheze, 2018

4. Sistema leasing per Bol.com

Scenario:

Il progetto è ambientato in uno scenario di “Sostenibilità Forzata” in cui l’esaurimento delle risorse e il ritardo tecnologico sono questioni centrali. Il partner principale Bol.com, un noto rivenditore online olandese.



Sopra: Il futuro di Bol.com.
Sotto: Il sistema a ciclo chiuso che richiede un cambiamento nel comportamento degli utenti.

Concept:

Un gruppo di studenti ha trovato una soluzione che limita la produzione di nuovi capi mantenendo però un alto tasso di turnover tipico della fast fashion.

Il concept prevede un sistema di leasing in cui i consumatori selezionano i vestiti per occasioni specifiche tramite una piattaforma online. Per incoraggiare la partecipazione, il servizio include una piattaforma di ispirazione in rete e centri di servizio fisici.

Innovazione:

È stato introdotto un “cesto della biancheria automatizzato”. Il meccanismo robotico gestirebbe la raccolta e la consegna dei capi in leasing, riducendo così il carico sui consumatori e assicurando il ritorno degli indumenti nel sistema.



Render con il cesto del servizio lavanderia automatico.

Source: Eggink & Albert De La Bruheze, 2018

5. Economia circolare urbana di H&M

Scenario:

Il progetto esplora come H&M possa ridurre il consumo di risorse

Concept:

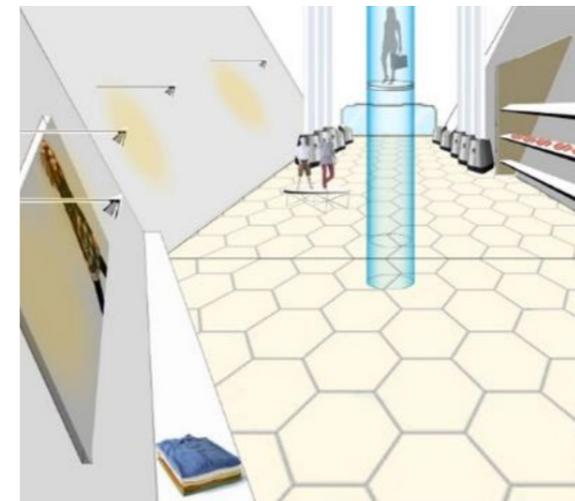
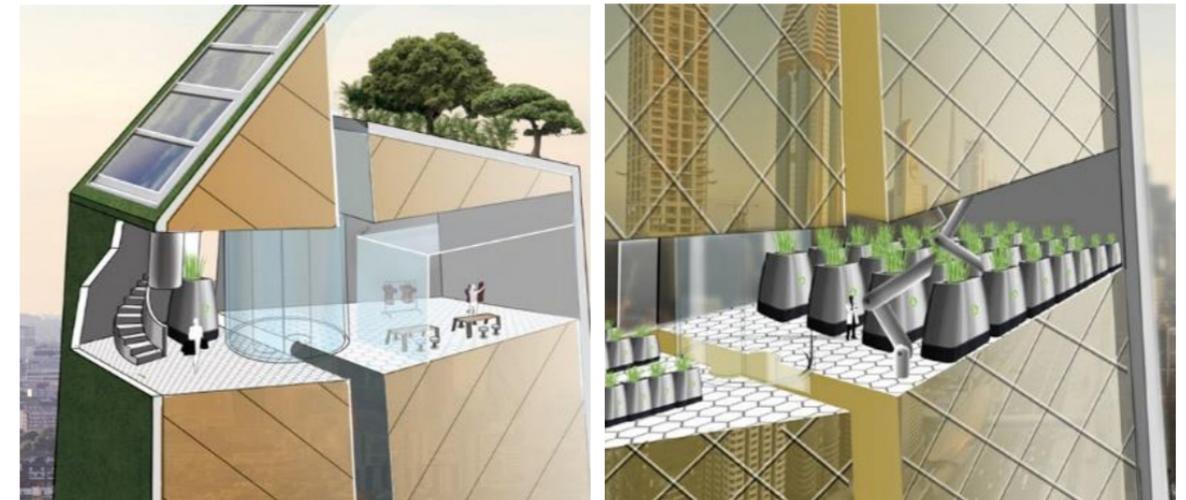
Il progetto prevede un modello di produzione e consumo a ciclo chiuso, incentrato su un negozio di punta dove i vestiti sono progettati, prodotti e venduti nello stesso edificio. Vi è un flagship store concettuale, in cui i capi di abbigliamento sarebbero stati disegnati, prodotti e venduti nello stesso edificio. La perdita di fibre nel riciclaggio di vecchi abiti sarebbe compensata da nuove fibre coltivate localmente. Il materiale di base, è la canapa, grazie anche alle sue peculiarità di crescita rapida e all'elevata produttività.



Concept di flagship store urbano per H&M.

Innovazione:

Il negozio include un café e le fabbriche automatizzate interne, incoraggiando i consumatori a partecipare al processo di produzione e promuovendo l'uso di materiali locali.



A destra: Design-café.
A sinistra: Serre automatizzate.
Sotto: Shop concettuale per il concept H&M.

Source: Eggink & Albert De La Bruheze, 2018

6. WIM: Abito Aptico Multisensoriale

Scenario:

WIM è nato all'interno del Royal College of Art di Londra, un contesto che valorizza le collaborazioni interdisciplinari, con un focus particolare sulla neuroplasticità e sull'apprendimento motorio.

L'obiettivo era quello di creare un abito che non solo rispondesse ai movimenti del corpo, ma che potesse anche comunicare e interagire con l'utente e l'ambiente circostante in modo innovativo

Concept:

Si punta alla creazione di un abito che incorpora muscoli artificiali elettro-attivi (EAPs), materiali intelligenti capaci di contrarsi e dilatarsi in risposta a stimoli digitali. I muscoli sono integrati nel tessuto dell'abito, consentendo al vestito di fornire stimolazioni tattili mirate al corpo dell'utente, migliorando così la consapevolezza del movimento e facilitando la comunicazione tra il coreografo e il ballerino durante una performance. WIM è quindi un'interfaccia multisensoriale che trasforma il corpo in uno strumento espressivo.

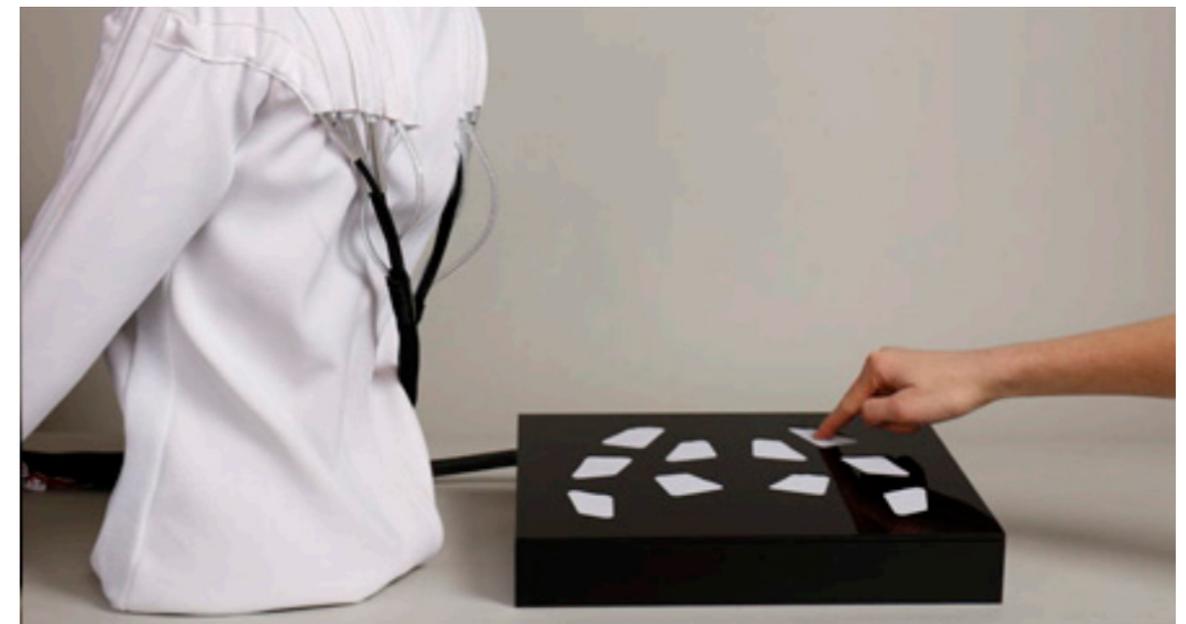
Innovazione:

Viene proposta una nuova forma di interazione tra il corpo e la tecnologia, combinando stimoli tattili con l'arte performativa. Il progetto ha introdotto un linguaggio basato sull'interazione aptica, che amplifica l'esperienza sensoriale dell'utente e la sua capacità di comunicare attraverso i movimenti del corpo.

Source: Ferrara, 2018



A lato: Abito aptico WIM di J. Kamei, K. Mc-Cambridge e J. Boast.



7. Opale: Abito Empatico di Behnaz Farahi

Scenario:

Opale nasce dalla volontà di comprendere e manipolare le interazioni sociali ed emotive attraverso l'abbigliamento, in particolare esplorando come la gente reagisce a emozioni altrui. Il contesto è stato influenzato dalla grande attenzione verso tecnologie indossabili che possono rispondere a input fisici e a segnali emotivi.

Concept:

Si ruota attorno all'idea di un abito in grado di reagire agli stimoli esterni e in grado di rispondere alle espressioni facciali e ai movimenti inconsci delle persone circostanti. Il vestito è realizzato con una "foresta" di fibre ottiche integrate in uno strato di silicone, che reagiscono dinamicamente. Utilizzando una telecamera di tracciamento facciale e un sistema pneumatico interattivo, Opale può modificare la sua configurazione in risposta alle emozioni degli osservatori, creando una forma di interazione sociale mediata dalla tecnologia.

Innovazione:

Viene introdotto un modo di comunicare le emozioni attraverso l'abbigliamento. Il progetto estende i confini di ciò che un abito può fare: si trasforma in una interfaccia per la comunicazione emotiva. La capacità di reagire ai sentimenti degli altri rappresenta un passo avanti significativo nella creazione di abiti empatici, che possono influenzare le interazioni sociali e fornire prospettive sulla relazione tra corpo, tecnologia e emozioni.

Il vestito è una sorta di "macchina rivelatrice di emozioni", consentendo alle persone di interagire in modo più profondo e intuitivo. L'esperienza sensoriale generata dal contatto con lo sguardo e le emozioni degli altri fornisce nuove prospettive sulla relazione tra corpo, tecnologia e emozioni, sfidando i concetti tradizionali di privacy e interazione sociale, come dimostrato dall'evoluzione della tecnologia usata inizialmente in *Caress of the Gaze* e poi raffinata in *Opale*.

Opale, abito empatico di B. Farahi

Source: Ferrara, 2018



8. BioLogic: Tessuti Bio-Smart del MIT Tangible Media Group

Scenario:

BioLogic è nato all'interno del MIT Tangible Media Group, un ambiente di ricerca noto per l'innovazione interdisciplinare e la fusione di scienza, design e tecnologia. Il progetto si è concentrato sulla creazione di tessuti reattivi utilizzando batteri vivi come attuatori e sensori, con l'obiettivo di sviluppare materiali che rispondessero in modo dinamico all'ambiente circostante e capaci di integrarsi armoniosamente con il corpo umano.

Concept:

L'idea è di sfruttare le proprietà naturali dei batteri *Bacillus subtilis* natto, noti per la loro capacità di espandersi e contrarsi in risposta ai cambiamenti di umidità nell'ambiente. Questi batteri sono stati applicati a un tessuto tramite un sistema di bio-stampa personalizzato, creando una superficie che reagisce al calore corporeo e al sudore. Il risultato è un tessuto che risponde alle condizioni corporee dell'utente aprendo e chiudendo piccole fessure nel tessuto per facilitare la ventilazione della pelle. Ciò permette all'abito di adattarsi alle necessità di raffreddamento, offrendo così una gestione naturale e passiva della temperatura corporea. Si tratta quindi di abbigliamento sportivo avanzato che migliora le prestazioni degli atleti regolando la loro temperatura corporea.

Innovazione:

BioLogic rappresenta un'importante innovazione nel campo dei materiali intelligenti e della bio- tecnologia applicata alla moda. La collaborazione con New Balance ha dimostrato il potenziale commerciale di questa tecnologia, portando alla creazione di abbigliamento sportivo che potrebbe rivoluzionare il modo in cui gli atleti interagiscono con le loro attrezzature, migliorando sia il comfort che le prestazioni.



Modello di BioLogic, con dettaglio del materiale della texture.

9. CompoClothes

Scenario:

CompoClothes è ambientato in uno scenario di crescita, in cui il fast fashion rimane una pratica diffusa. La società continua a produrre abiti in modo rapido e a basso costo, ma si affronta la questione della sostenibilità attraverso un sistema di consumo usa e getta regolamentato. Vengono proposte soluzioni che tengano conto dell'impatto ambientale.

Concept:

CompoClothes si basa su un servizio di abbonamento mensile che consegna abiti completamente compostabili e riciclabili. Gli utenti possono acquistare i vestiti, sapendo che dopo l'uso possono essere facilmente smaltiti senza impatto negativo sull'ambiente. Gli abiti sono progettati con un sistema di "tag di scadenza", che evidenzia la data entro la quale devono essere eliminati o riciclati. Tale approccio sfrutta la naturale obsolescenza della moda e la trasforma in un ciclo virtuoso di consumo sostenibile.

Innovazione:

La creazione di abiti compostabili affronta il problema dello smaltimento dei rifiuti tessili, inoltre permette di mantenere un modello di consumo elevato, senza danneggiare l'ambiente. L'uso di tag che indicano la scadenza degli abiti rappresenta una rottura con il concetto tradizionale di moda durevole, spingendo invece verso un consumo più consapevole e temporaneo.

Source: Cowart & Maione, 2022



CompoClothes Artefatti.

Photografie: Chris Han, Jasmin Kim, Rachel Legg, Maggie Ma, and Eric Zhao.

10. Caster Culture

Scenario:

In un contesto in cui la tecnologia e la moda si fondono in modi radicali, gli abiti fisici non esistono più: sono stati sostituiti da rappresentazioni olografiche proiettate sul corpo delle persone. L'idea centrale di questo scenario è che la moda non è più un elemento tangibile, ma una forma espressiva immateriale e personalizzabile.

Concept:

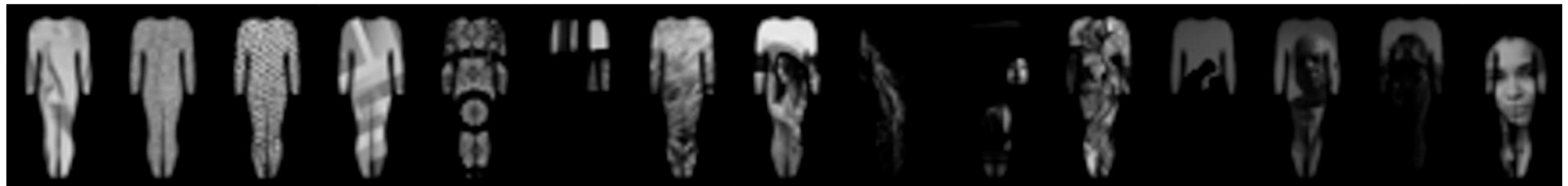
L'idea si basa sui pensieri e le emozioni delle persone vengano proiettati esternamente sotto forma di abiti olografici. Ogni persona può indossare immagini o modelli che riflettono il suo stato d'animo o i suoi pensieri interni. Il risultato è un futuro in cui non solo il corpo è "nudo", ma anche l'animo è visibile a chiunque, trasformando l'abbigliamento in una manifestazione emotiva e psicologica.

Innovazione:

Risiede nella completa dematerializzazione dell'abbigliamento. La moda olografica elimina la necessità di produzione tessile e di materiali fisici, ridefinendo il concetto stesso di abito come estensione dell'identità e delle emozioni individuali. Questa soluzione apre la strada a una forma di espressione personale più profonda, mentre risolve molte delle problematiche ambientali legate alla produzione e al consumo di abiti fisici.



Immagine proiettate sui corpo. Fotografia di Donna Maione.



Source: Cowart & Maione, 2022

Immagine dei video clip di Caster Culture.
Crediti immagine: Tate Johnson, Elysha Tsai, Elena Crites, e Se A Kim.

11. Afterworld: The Age of Tomorrow

Scenario:

Durante la pandemia da Covid 19, il mondo della moda si è trovato di fronte a sfide senza precedenti. Le sfilate e gli eventi erano difficili da realizzare, spingendo i brand a cercare soluzioni alternative per mostrare le nuove collezioni. Balenciaga ha risposto a questa crisi con una proposta innovativa: la collezione autunno 2021 è stata presentata attraverso un videogioco, “Afterworld: The Age of Tomorrow”.

Concept:

L’obiettivo era trasformare la sfilata in un’esperienza interattiva. Attraverso il videogioco, gli utenti potevano esplorare un mondo futuristico e, allo stesso tempo, vedere i capi della nuova collezione indossati dai personaggi. Il gioco si snodava in livelli, in cui i giocatori esploravano paesaggi decadenti e incontravano modelli digitali vestiti con la collezione Balenciaga. Ogni livello era un riflesso di una fase della “riconquista” dell’equilibrio tra natura e tecnologia. L’elemento centrale era l’interazione con i capi d’abbigliamento che i giocatori potevano osservare in 3D, offrendo un lookbook in cui i dettagli di design venivano mostrati in modo mai visto prima.



Un personaggio del videogioco con tutti i capi che compongono l’outfit.
Source: Sernagiotto, 2021

Innovazione:

E’ stato introdotto un nuovo modo di presentazione delle collezioni, che fonde realtà virtuale e gaming. Le tecnologie utilizzate, come la cattura volumetrica e l’integrazione con Unreal Engine, hanno permesso di rappresentare gli abiti, comprese le texture complesse come l’armatura e gli occhiali riflettenti.



Sopra: Ambientazioni del mondo virtuale del videogioco.
Sotto: La rosa dei personaggi del videogioco Afterworld: The Age of Tomorrow

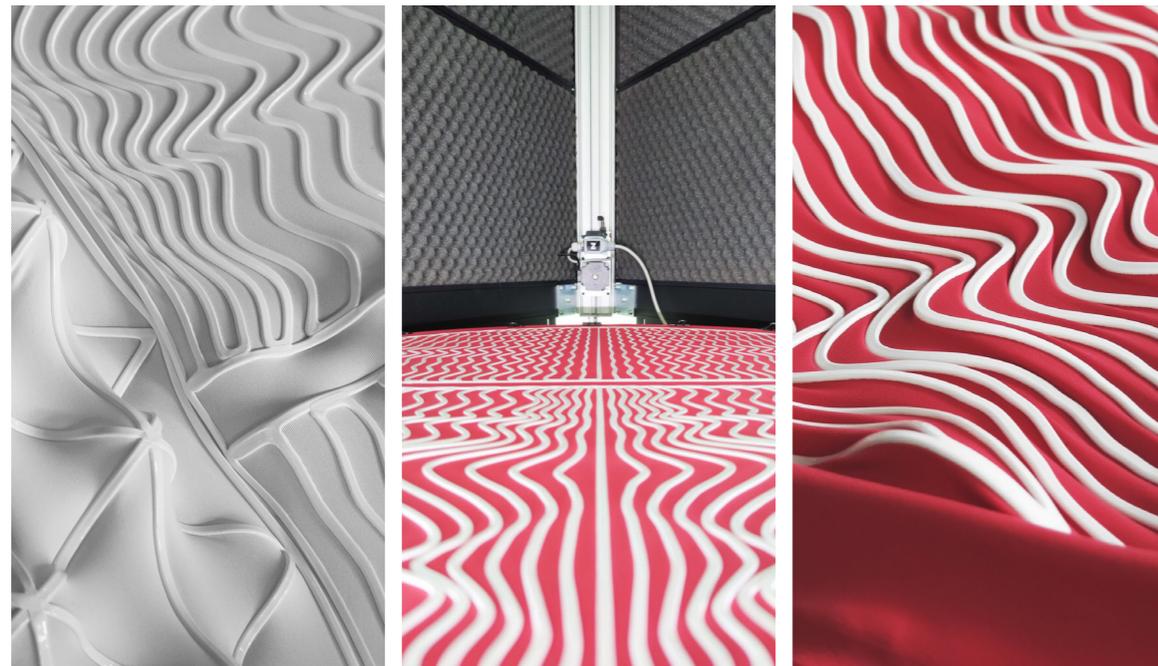
12. TECHNĒ

Scenario:

Collaborando con Superforma Fablab, la designer Chiara Giusti ha esplorato il potenziale della stampa 3D nella moda sostenibile, integrando tecnologie digitali e processi artigianali. Il progetto mira a ridurre gli sprechi, ottimizzando l'uso dei materiali e l'efficienza energetica nella produzione di abiti.

Concept:

Technè si fonda sull'integrazione tra la tecnologia della stampa 3D e i tessuti tradizionali, con l'obiettivo di creare abiti che uniscono estetica e funzionalità. Prevede nell'uso di TPU (poliuretano termoplastico) stampato su tessuti tensionati, che elimina la necessità di cuciture e riduce gli sprechi. La tecnica consente la creazione di texture complesse e tridimensionali direttamente sui tessuti, mantenendo la morbidezza e la traspirabilità dei capi.



Esempi di tessuti stampati con la stampante 3D. Alcuni modelli realizzati della collezione Technè.
Source: Giusti, 2020

Innovazione:

Giusti ha sperimentato l'uso della stampa 3D per creare abiti personalizzati e sostenibili, eliminando gli sprechi grazie all'approccio zero-waste. I tessuti tensionati stampati in 3D permettono la creazione di volumi unici, garantendo al contempo vestibilità ergonomica e sostenibilità ambientale.

Inoltre, Giusti ha collaborato con artigiani locali per intrecciare le tecnologie moderne con l'artigianato tradizionale.



Esempi di vestiti realizzati da TECHNĒ

13. Market Gredit

Scenario:

Il mercato globale sta evolvendo verso un consumo responsabile, con i compratori che cercano prodotti che rispettano l'ambiente e i diritti umani. Tuttavia, le pratiche sostenibili nel settore moda sono ancora in fase di sviluppo, affrontando sfide come la riduzione delle emissioni e il riciclo dei materiali.

Concept:

Market Gredit è piattaforma di e-commerce che unisce marchi di moda impegnati nel promuovere la sostenibilità ambientale e sociale. I brand presenti sulla piattaforma sono selezionati in base a criteri rigorosi come l'utilizzo di materiali riciclati, l'upcycling, e la promozione del commercio equo.

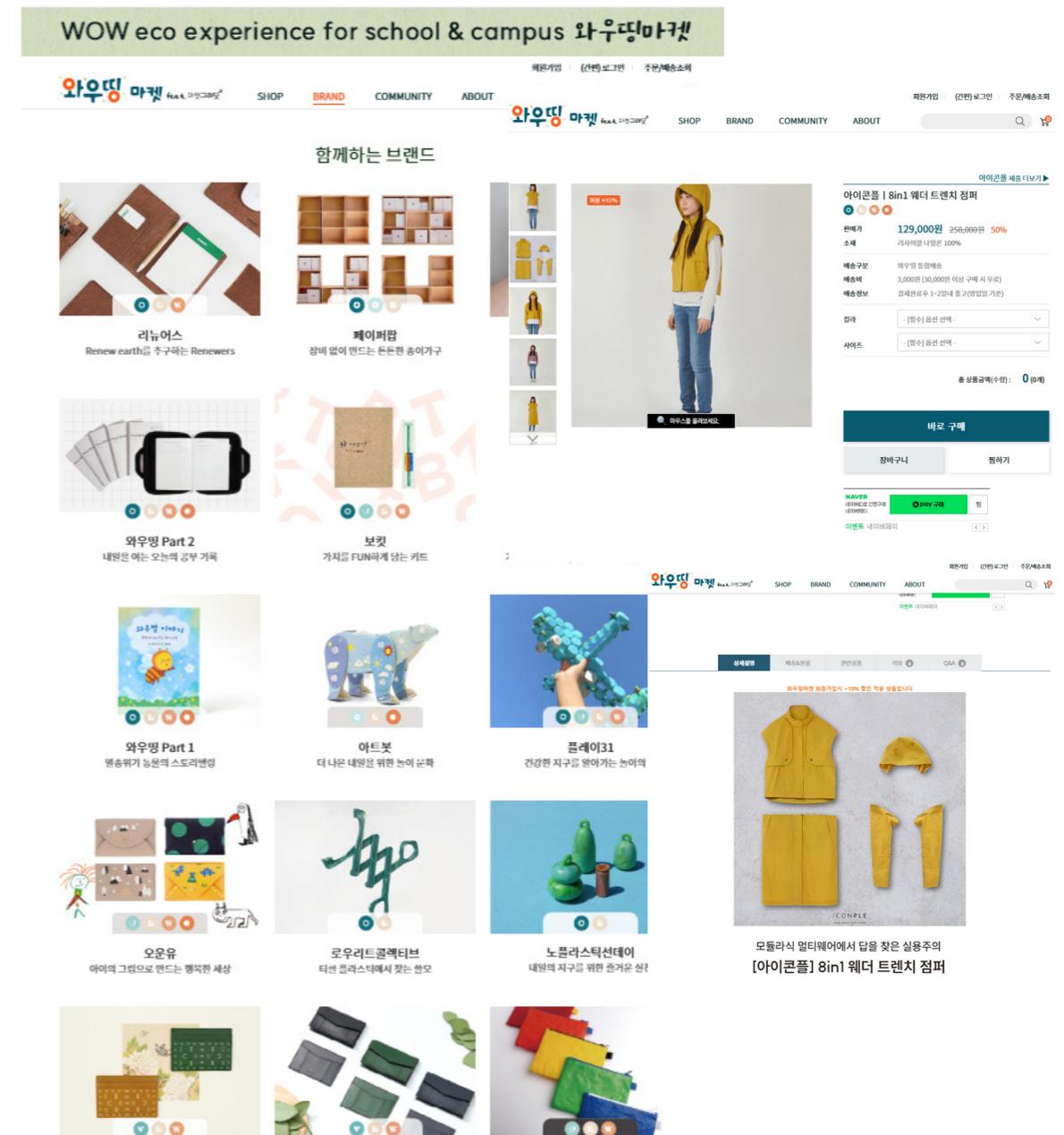
Market Gredit si basa su un sistema di valori fondato su dieci parole chiave, che permettono ai consumatori di fare scelte consapevoli, trasparenti e in linea con i principi della sostenibilità. L'elemento centrale dell'e-commerce è quello di fungere da ponte tra gli acquirenti e i produttori che mettono al primo posto l'etica e la responsabilità ambientale. Si tratta quindi di un marketplace che punta a educare sull'importanza di pratiche sostenibili, come la produzione a basso impatto ambientale e il rispetto dei diritti umani lungo tutta la filiera produttiva.

Innovazione:

La piattaforma mira a far emergere i marchi che non solo realizzano capi di abbigliamento e accessori, ma lo fanno seguendo standard di sostenibilità. In questo modo, Market Gredit promuove un'economia della moda più equa e responsabile, offrendo la possibilità di acquistare capi che rappresentano un valore etico e sostenibile.

Infatti, la sua forza sta nella trasparenza: ogni brand deve rispettare un insieme di requisiti, comunicati in modo trasparente ai consumatori.

Source: Kim and Suh, 2022



Schermate della piattaforma Market Gredit.

14. Carbon Looper

Scenario:

Con l'obiettivo di mitigare l'impatto ambientale della moda, il progetto "Carbon Looper" dell'Hong Kong Research Institute of Textiles and Apparel (HKRITA) si propone di affrontare il tema del cambiamento climatico.

Il progetto si inserisce in un contesto di crescente pressione per ridurre le emissioni di carbonio e per adottare soluzioni che possano contribuire a un futuro più sostenibile.

Concept:

Il "Carbon Looper" si basa sulla creazione di materiali cellulosici capaci di catturare e immagazzinare CO₂. I tessuti, realizzati con tecnologie avanzate, sono progettati per integrare particelle che reagiscono con l'anidride carbonica presente nell'atmosfera. Infatti, la cattura della CO₂ avviene attraverso un processo chimico che permette ai materiali di trattenere il carbonio. Il progetto mira a sviluppare una nuova generazione di materiali tessili che possano essere utilizzati in vari settori dell'industria.

Innovazione:

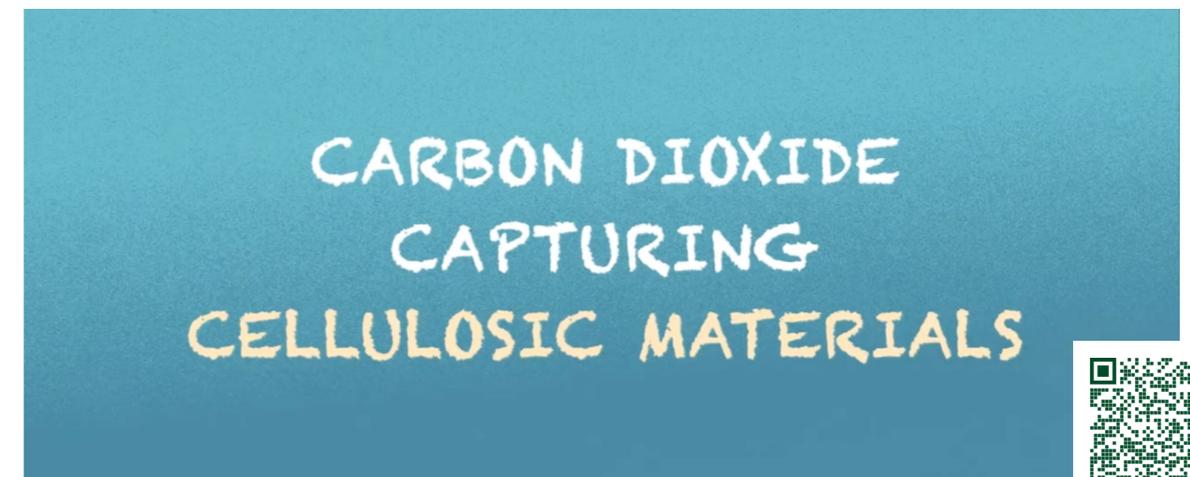
Risiede nella combinazione di materiali cellulosici con tecnologie di cattura del C. HKRITA ha sviluppato un metodo per incorporare particelle dell'elemento nei tessuti, permettendo loro di assorbire CO₂ durante il loro utilizzo. L'approccio offre un doppio vantaggio: ridurre l'impatto ambientale dei materiali tessili e contribuire attivamente al cambiamento climatico.

Inoltre, il progetto esplora il potenziale del riciclo e del riuso, creando un ciclo che minimizza i rifiuti e ottimizza l'uso delle risorse.

Source: Carbon Looper: Carbon Dioxide Capturing Cellulosic Materials, n.d.



Christiane Dolva, Strategy Lead Planet Positive at H&M Foundation, Martin Wall, Executive Chef and Planet Keeper at Fotografiska, Edwin Keh, CEO at HKRITA davanti alla coltivazione idroponica di Fotografiska.



Video esplicativo del progetto.



Scan me!

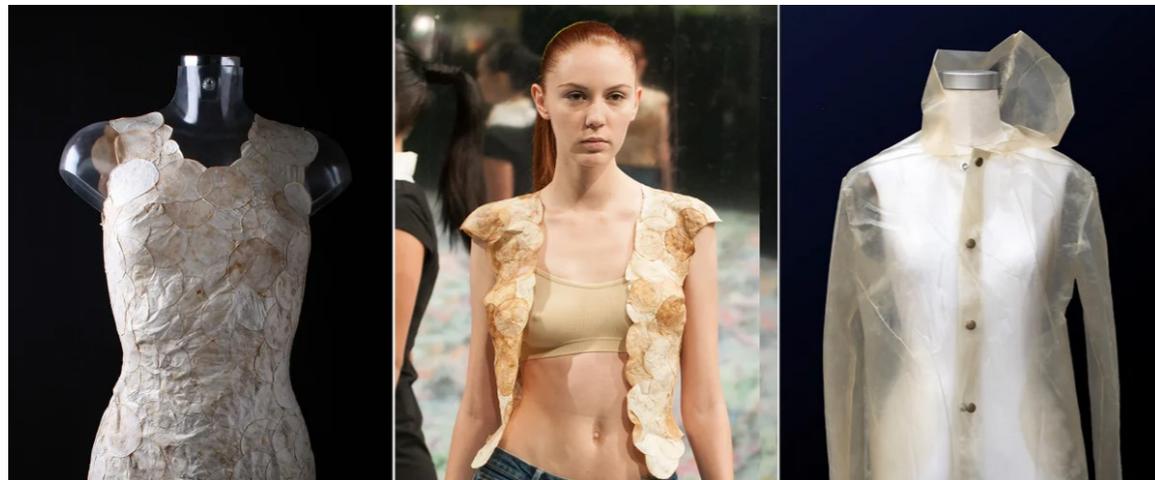
15. MycoTEX

Scenario:

MycoTEX è stato concepito in risposta alla crescente crisi ambientale legata alla produzione d'abbigliamento, caratterizzata da processi inquinanti e sprechi significativi. Aniela Hoitink, fondatrice di NEFFA, ha sviluppato MycoTEX con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale, creando un processo che limita l'uso di risorse ed offre un materiale biodegradabile alla fine del ciclo di vita del capo.

Concept:

Creare una moda completamente circolare, dove il ciclo di vita del capo non si conclude con lo smaltimento, ma si integra con i cicli naturali del pianeta. Il progetto dimostra che è possibile produrre abbigliamento senza sfruttare le risorse in modo insostenibile e senza generare rifiuti dannosi. MycoTEX utilizza un materiale naturale e biodegradabile, usa processi produttivi innovativi che riducono gli sprechi. Il materiale viene "coltivato" su stampi che danno la forma finale al capo, eliminando la necessità di tagliare e cucire, riducendo così anche gli scarti di produzione. Questo processo consente di realizzare capi su misura, contribuendo a ridurre i rifiuti tessili. Una volta terminato l'uso del capo, il micelio è completamente biodegradabile, torna alla terra senza lasciare tracce di inquinamento.



Sopra: capi di abbigliamento realizzati con il micelio dei funghi.
Source: MycoTEX - Atlas of the Future, 2020

Innovazione:

Risiede nel processo produttivo, che utilizza il micelio per "coltivare" i tessuti. Il micelio, una rete di filamenti dei funghi, può essere coltivato in laboratorio per creare materiali che si combinano in strati, formando un tessuto solido e flessibile. Questo metodo di produzione non richiede coltivazioni agricole estese né processi chimici industriali, riducendo drasticamente il consumo di acqua e di risorse rispetto ai metodi tradizionali.



Sopra: Tessuto realizzato dal micelio e a lato primo modello.
Sotto: Aniela Hoitink di NEFFA che lavora nel suo studio. Credits: Auke Hamers

16. Hyperdigital Fashion

Scenario:

Nel 2036, il mondo immaginato da Özlem Mis vive in una crisi climatica e di risorse senza precedenti. La scarsità di materie prime obbliga l'umanità a ridurre la produzione di beni fisici, tra cui l'abbigliamento, a capi basici e funzionali. La moda fisica perde il suo status di simbolo di espressione individuale e di lusso, sostituita da un nuovo concetto: la moda digitale. Le persone vivono gran parte delle loro esperienze sociali in ambienti virtuali immersivi, dove possono esprimersi attraverso abiti digitali personalizzabili.

Concept:

Viene introdotto il “guardaroba digitale”, dove gli utenti indossano abiti fisici semplici e neutri che fungono da green screen. Infatti, attraverso le tecnologie di AR e VR, questi abiti vengono trasformati in tempo reale in capi virtuali, con infinite possibilità di personalizzazione.

Gli utenti possono modificare i loro capi in pochi secondi, adattandoli al contesto sociale in cui si trovano, che sia un incontro nel mondo reale o un'esperienza completamente virtuale. Questo significa che una persona potrebbe avere un singolo abito fisico, ma infinite varianti digitali da esibire, senza il consumo di risorse che comporta la produzione di vestiti.

Innovazione:

E' nella sua capacità di trasformare radicalmente il modo in cui vediamo e interagiamo con la moda. Aniché basarsi su una produzione fisica, la moda digitale permette di creare infinite variazioni di abiti senza consumo di risorse naturali. La digitalizzazione della moda cambia radicalmente la percezione dei vestiti: non più oggetti tangibili che vengono prodotti e consumati, ma dati che possono essere continuamente adattati e trasformati. In questo scenario, l'innovazione principale non è più legata al design tessile, ma alla capacità di creare esperienze immersive e interattive, dove lo stile personale si manifesta attraverso algoritmi e interfacce digitali.

Source: Speculative Design: Hyper Digital Fashion — Özlem Mis, 2021.



Video di utilizzo del concept.

17. Algiknit

Scenario:

L'industria tessile è una delle principali responsabili di inquinamento e sprechi. La crescente sensibilità per i cambiamenti climatici ha spinto molte aziende a cercare soluzioni più ecologiche. Il poliestere, una delle fibre più utilizzate, è molto dannoso poiché deriva dal petrolio ed è difficile da smaltire.

Concept:

Algiknit ha sviluppato una tecnologia che sfrutta le proprietà delle alghe, in particolare il kelp, per produrre fibre tessili sostenibili. Il kelp è una risorsa rinnovabile che cresce rapidamente in ambienti marini, richiedendo poche risorse naturali rispetto alle coltivazioni terrestri. La sua coltivazione non necessita di fertilizzanti e non compete con le risorse alimentari umane. Questa alga viene trasformata in un biopolimero che può essere estruso in filati, i quali possono essere lavorati in vari modi, tra cui la maglieria. Oltre a essere biodegradabile, il filato prodotto da Algiknit può essere colorato con pigmenti naturali, riducendo l'uso di coloranti chimici che spesso sono una delle cause principali dell'inquinamento nei processi di produzione tessile.



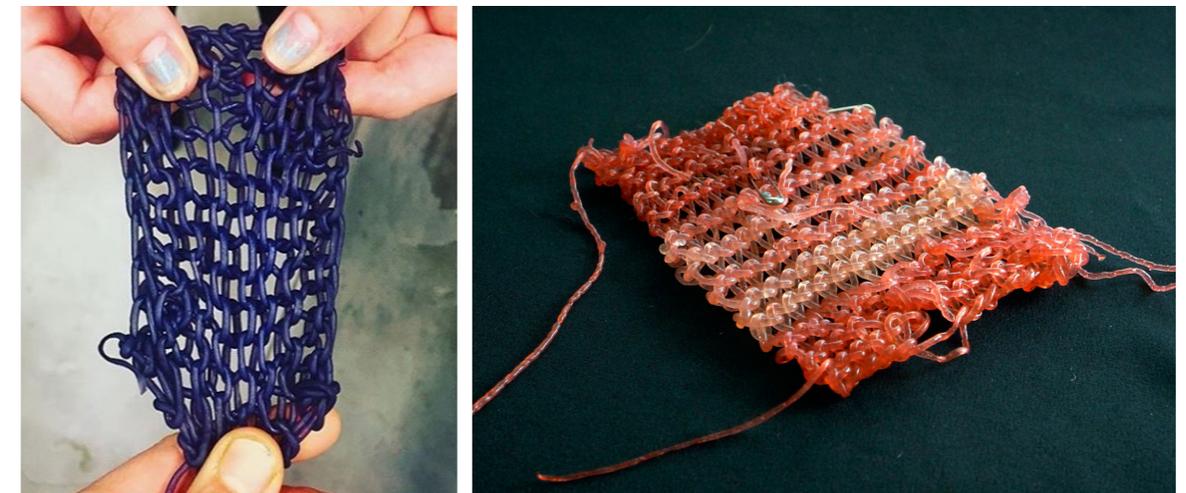
Source: Nesser et al., 2021

Innovazione:

L'innovazione è nella sua capacità di utilizzare un ciclo chiuso per la produzione dei tessuti. Il processo di estrusione e lavorazione del kelp consente di minimizzare l'impatto ambientale, offrendo un'alternativa concreta ai tessuti sintetici come il poliestere. La biodegradabilità del prodotto assicura che, una volta terminata la vita del capo, possa decomporre senza lasciare tracce nocive. Inoltre, l'uso di risorse marine rappresenta una svolta significativa nella riduzione dell'impatto ambientale, poiché sfrutta le alghe, una risorsa abbondante e rigenerativa.



Sopra: Trasformazione del biomateriale da pasta, a filato e poi a pannello di maglia per tessuti.
A lato: Alga Kelp.



Esempi di filamenti con colori differenti. Credits: Algiknit.

18. Spintex

Scenario:

La produzione della seta è uno dei processi più affascinanti ma anche controversi dell'industria tessile. L'allevamento dei bachi richiede un gran consumo di risorse e, per produrre il pregiato tessuto, i bachi vengono bolliti vivi per estrarre le fibre. L'alternativa animal-friendly prevede l'uso del petrolio come materiale di partenza, causando danni all'ambiente.

Concept:

Spintex ha sviluppato una tecnologia basata sull'imitazione dei processi di filatura dei ragni. La seta prodotta utilizza soluzioni acquose e un processo che avviene a temperatura ambiente, riducendo il consumo di energia rispetto ai metodi canonici. A differenza delle fibre sintetiche, che richiedono elevati livelli di calore e l'uso di sostanze chimiche tossiche, questa seta è naturale, mantenendo le proprietà tipiche del materiale convenzionale: forza, lucentezza e versatilità.



Immagine suggestiva di un ragno.
Source: Spintex | Silk Reimagined, n.d.

Innovazione:

Risiede nell'efficienza energetica del suo processo produttivo. Con un'efficienza energetica 1000 volte superiore a quella delle fibre sintetiche di plastica, durante la realizzazione non vengono utilizzate sostanze chimiche pericolose e l'acqua è l'unico sottoprodotto. La tecnica di filatura imita la complessità della seta naturale, offrendo una buona qualità senza compromettere l'ambiente. Inoltre, Spintex apre nuove possibilità per la moda sostenibile, dove la seta può essere prodotta senza sacrificare animali o ricorrere a metodi inquinanti.



Scan me!

Spintex

Sopra: Fibra Spintex.
Sotto: Logo Spintex con QR code che rimanda alla spiegazione del processo produttivo.

19. Frumat

Scenario:

L'industria della pelle è una delle più inquinanti al mondo, poiché il processo di concia utilizza grandi quantità di sostanze chimiche tossiche, che possono contaminare il suolo e le acque. Inoltre, l'alta domanda di prodotti in pelle ha contribuito all'allevamento intensivo di animali, aggravando il problema delle emissioni di gas serra e del consumo di risorse agricole per l'alimentazione del bestiame.

Concept:

Frumat utilizza gli scarti industriali della lavorazione delle mele per creare un materiale simile alla pelle chiamato Apple Leather. La pectina, una sostanza naturale presente nel frutto, viene lavorata e combinata con altri materiali ecologici per ottenere un prodotto che riproduce le proprietà estetiche e funzionali della pelle sintetica.

Apple Leather è un materiale versatile e resistente, con applicazioni nel settore della moda e degli accessori. Viene utilizzato per creare borse, scarpe e altri articoli di lusso che, a livello estetico, non differiscono molto dalla pelle animale. Grazie alla sua origine naturale, il materiale è biodegradabile, garantendo un impatto ambientale ridotto anche alla fine del ciclo di vita del prodotto. Inoltre, Apple Leather offre un'opzione cruelty-free senza compromessi dal punto di vista delle prestazioni e dell'aspetto.

Innovazione:

E' nell'uso di scarti di mele, ma soprattutto nel processo di produzione che non richiede l'utilizzo di sostanze chimiche aggressive. La pelle a base di mele è completamente biodegradabile e può essere colorata e trattata con pigmenti naturali, riducendo ulteriormente l'impatto ambientale. Frumat fornisce una valida alternativa alla pelle animale e dimostra anche come l'industria della moda possa evolvere verso modelli più etici e sostenibili, promuovendo l'uso di materiali innovativi che riducono gli sprechi e l'inquinamento.

Source: Frumat, n.d.



Sopra: Sfilata di Frumat.

Sotto: Esempi del cuoio prodotto con le mele.

20. Wearable X

Scenario:

Nel contesto della crescente integrazione della tecnologia nella vita quotidiana, il settore della moda sta esplorando come i dispositivi indossabili possano arricchire le esperienze pratiche e funzionali degli utenti.

Concept:

Wearable X è un'azienda specializzata nello sviluppo di abbigliamento intelligente che integra tecnologie avanzate per migliorare l'esperienza dell'utente. Il Nadi X, il prodotto di punta, è nato per gli appassionati di yoga e di stretching, offrendo un'alternativa avanzata ai metodi tradizionali di allenamento. Questi pantaloni yoga presentano una rete di sensori e attuatori avanzati direttamente nel tessuto, permettendo un'interazione fluida tra l'utente e la tecnologia.

Innovazione:

La principale caratteristica innovativa di Nadi X è il suo sistema di feedback tattile: utilizzando una rete di sensori e attuatori nel tessuto, il pantalone fornisce segnali vibrazionali che guidano l'utente attraverso le pose yoga.

Così viene ridotta la dipendenza da guide visive o istruttori, permettendo una pratica più autonoma e personalizzata. Wearable X è riuscita a integrare la tecnologia nel tessuto senza compromettere la comodità e l'estetica. In aggiunta, il sistema è progettato per essere adattabile a diversi livelli di esperienza, permettendo agli utenti di personalizzare le loro sessioni in base alle loro esigenze individuali. Le vibrazioni possono essere regolate per fornire feedback più o meno intensi, a seconda delle preferenze dell'utente. I pantaloni Nadi X possono essere sincronizzati con un'app mobile che consente di monitorare gli allenamenti e ricevere il feedback.

Source: Orensten, 2023



Sopra: Pantaloni Nadi X con la relativa app.
Sotto: Pantaloni Nadi X che rilasciano feedback aptici.

21. Evrnu

Scenario:

L'industria tessile costituisce una delle principali fonti responsabili della produzione di rifiuti e di inquinamento dell'ambiente, in quanto ogni anno, finiscono nelle discariche, milioni di tonnellate di abbigliamento scartato, oltre a consumare grandi quantità di risorse naturali, tra cui acqua ed energia, nella produzione di tessuti.

Concept:

L'idea è quella di utilizzare l'abbigliamento e gli scarti delle lavorazioni, specie se trattati di capi di cotone, per creare nuovi filati e nuovi tessuti, per realizzare nuovi capi di abbigliamento. Infatti, Evrnu scompone le fibre di cotone dei vestiti usati, attraverso un processo di rigenerazione; successivamente vengono trasformate in un materiale usato in vari settori tessili, senza dover ricorrere alla nuova produzione da risorse vergini. Viene promosso un modello di produzione tessile circolare, che costituisce anche l'obiettivo di produzione dell'azienda, in cui i vecchi abiti sono considerati una risorsa preziosa e non un rifiuto, contribuendo, contestualmente, a contenere l'eccesso di rifiuti tessili e la scarsità di risorse naturali.

Innovazione:

Ciò che viene proposto come innovazione, è insito nella tecnologia, brevettata, che è finalizzata alla rigenerazione delle fibre attraverso un processo chimico, in cui i vecchi capi in cotone vengono scomposti addirittura a livello molecolare, per poi essere trasformati in fibre di alta qualità, e successivamente filate e tessute, mantenendo buone caratteristiche in termini di durabilità e qualità, paragonabili a quelle delle fibre vergini, ma con un impatto ambientale significativamente ridotto.

Source: Evrnu® - a Recycling Textile Supplier With a Social Purpose, n.d.



Sopra: Step principali del processo di rigenerazione della fibra.
Sotto: Logo Evrnu.

22. Looptworks

Scenario:

Looptworks è un'azienda che opera in un contesto globale caratterizzato da una crescente preoccupazione per l'impatto ambientale prodotto dall'industria tessile, che è responsabile di enormi quantità di rifiuti e dell'utilizzo intensivo di risorse naturali. Ogni anno, tonnellate di materiali tessili inutilizzati o scartati vengono smaltiti in discarica, con un impatto devastante per l'ambiente. In risposta, le soluzioni sostenibili sono in aumento, e le aziende stanno cercando nuovi modi per ridurre i propri sprechi e promuovere pratiche di economia circolare.

Concept:

Looptworks si basa sul concetto di fondo finalizzato a ridurre gli sprechi trasformando materiali tessili inutilizzati o in eccesso, in nuovi prodotti, attraverso l'upcycling. Come un partner per le imprese che vogliono affrontare il problema dei rifiuti tessili, l'azienda recupera materiali di scarto, tessuti non utilizzati o sovrapproduzioni, e li riutilizza per creare nuovi capi d'abbigliamento, accessori e altri prodotti personalizzati. Looptworks studia come i materiali possano essere riutilizzati e riprogettati per dare vita a prodotti di valore, senza la necessità di utilizzare nuove risorse vergini. Questo approccio crea un nuovo flusso di entrate per le aziende, che possono trasformare i loro scarti in prodotti vendibili o da distribuire, come merchandising personalizzato o divise aziendali.

Innovazione:

L'innovazione proposta dall'azienda risiede nella capacità di trasformare materiali tessili in eccesso, come campioni non utilizzati o ritagli di produzione, in nuove fibre di alta qualità, pronte per essere riutilizzate in nuovi prodotti. Grazie a una tecnologia di lavorazione e riciclo, l'azienda è in grado di ridurre la quantità di rifiuti inviati in discarica, favorendo la creazione di un'economia circolare. Inoltre, Looptworks adotta un approccio personalizzato, sviluppando soluzioni su misura per ciascuna azienda partner, ottimizzando il recupero e il riutilizzo dei materiali in eccesso.

Source: Looptworks, 2024



Sopra: Laboratorio di fabbricazione Looptworks. Credits: Oregon Business & Industry.
Sotto: Store di Looptworks. Credits: Ellen MacArthur Foundation.

23. FabBRICK

Scenario:

FabBRICK nasce in un contesto in cui la moda e l'edilizia sono sotto pressione per ridurre il loro impatto ambientale. Ogni anno, milioni di tonnellate di rifiuti tessili finiscono nelle discariche, aggravando il problema dell'inquinamento. Allo stesso tempo, l'industria edile è uno dei principali settori responsabili delle emissioni di CO₂ e del consumo di risorse.

Concept:

FabBRICK si fonda su un'idea di trasformare rifiuti tessili in mattoni ecologici per l'edilizia e l'arredo urbano. Invece di finire in discarica, i vecchi vestiti vengono triturati e compressi per formare blocchi solidi, che possono essere utilizzati per costruire pareti divisorie, mobili, e arredi per spazi pubblici e privati. I mattoni prodotti sono leggeri, resistenti, isolanti e ignifughi, I mattoni prodotti da FabBRICK, ideali anche per l'arredo di interni.



Sopra: Mattoni FabBRICK. Credits: FabBRICK.
Source: FabBRICK | Design | Paris, n.d.

Innovazione:

Sta nella semplicità ed efficacia del suo processo. I tessuti vengono triturati e compressi in stampi speciali, mescolati con un legante ecologico per formare blocchi compatti. I mattoni sono personalizzabili in termini di forma e colore, il che li rende ideali per arredi interni e arredi urbani. L'idea di Clarisse Merlet punta a creare un nuovo utilizzo per abbigliamento e tessuti che altrimenti finirebbero nelle discariche, fornendo un'alternativa per il settore delle costruzioni.



Rivestimenti decorativi di interni e oggetti di arredamento con i mattoni FabBRICK.
Nell'immagine a sinistra vi è Clarisse Merlet, la mente dietro al progetto. Credits: FabBRICK.

Analisi casi studio

I casi studio sono stati analizzati e categorizzati in macroaree per evidenziare le connessioni tra innovazioni tecnologiche, approcci sostenibili, nuovi paradigmi di produzione e consumo per fornire una visione complessiva delle tendenze del settore. La moda speculativa, per sua natura, si trova all'intersezione tra design, tecnologia e ricerca scientifica, quindi è necessaria una struttura metodologica per dare un senso alle sperimentazioni in corso. L'obiettivo di questa analisi è quindi di identificare i modelli e le sinergie tra le diverse discipline.

Lo schema vuole essere una mappa visiva delle relazioni tra le aree di ricerca, per capire i punti di convergenza e le possibili direzioni di sviluppo futuro. Per questo motivo segue una logica tematica, in cui le categorie principali indicano gli ambiti di sperimentazione. È opportuno considerare il colore assegnato a ciascuna di esse, per favorire la comprensione complessiva ed evidenziare le intersezioni e i collegamenti tra i vari progetti.

L'approccio analitico utilizzato ha permesso di osservare quali direzioni stanno acquisendo maggiore importanza e inoltre capire come le diverse

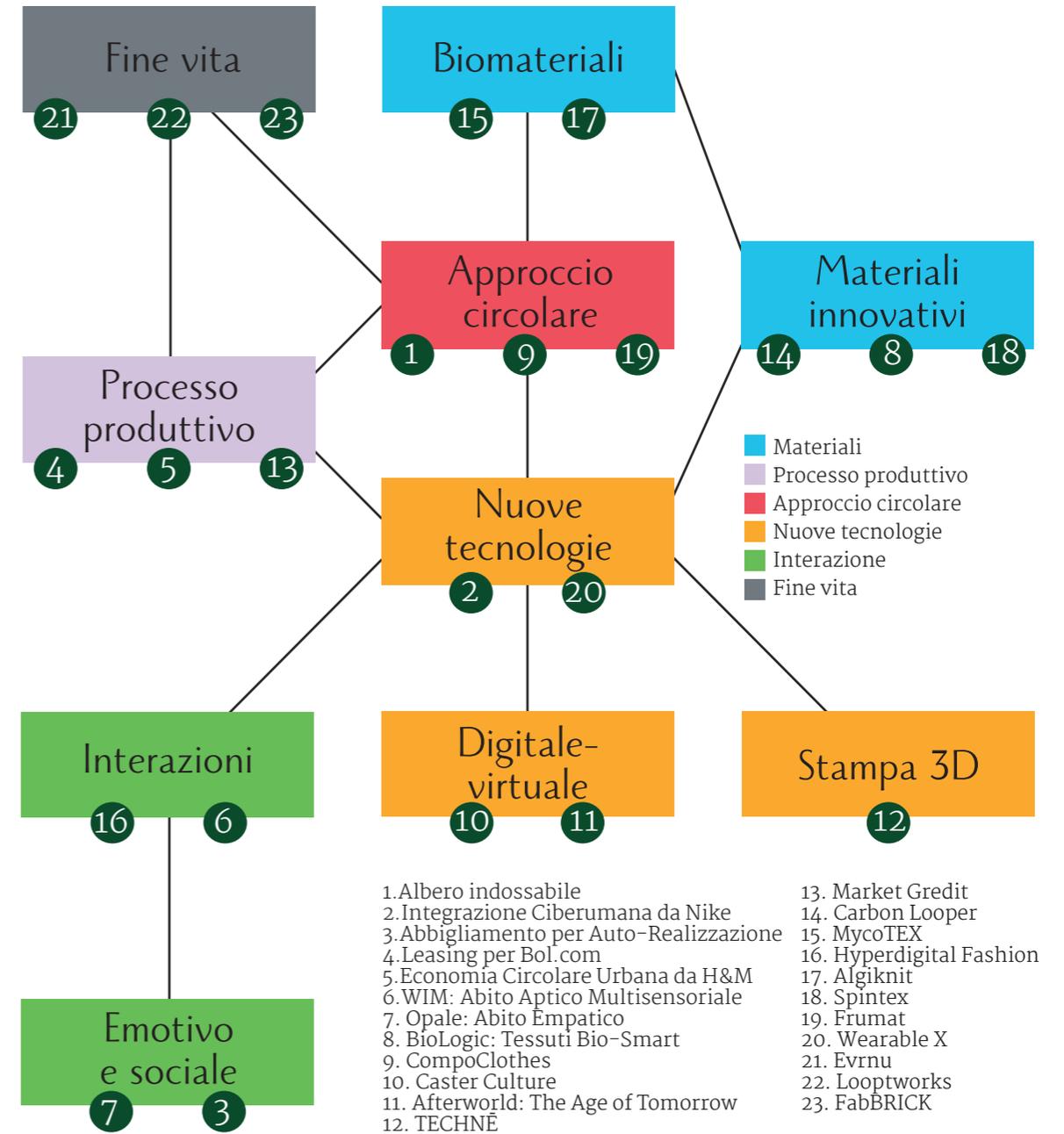
innovazioni possono dialogare tra loro per creare soluzioni più efficaci e sostenibili.

In primis, vi è una forte tendenza ad integrare la tecnologia nel settore, con una crescente attenzione al digitale e ai materiali intelligenti, mostrando un chiaro desiderio di estendere le capacità umane. Diversi casi studio descrivono l'abbigliamento del futuro come un'interfaccia che potenzia la connettività sociale, migliora il benessere fisico e offre nuove forme di espressione personale.

Un altro aspetto da considerare è l'attenzione ai biomateriali e ai processi circolari che manifestano l'intento del settore ad avere un approccio più responsabile, orientato alla rigenerazione delle risorse.

Sono presenti progetti legati alla sfera emozionale, i quali usano la moda come mezzo per arricchire l'esperienza umana. Di conseguenza, il coinvolgimento sensoriale, la personalizzazione e la capacità di interagire con il contesto stanno aprendo la strada a nuove modalità di espressione e relazione con il mondo.

Infine, sono stati selezionati casi studio sul fine vita dei vestiti per mostrare possibili soluzioni da attuare per ridurre l'impatto ambientale dei capi d'abbigliamento.



04

PROPOSTE CONCEPT



#Stopallaproduzione

Cosa succederebbe se smettissimo di produrre i vestiti?

Le mode seguono cicli che si ripetono nel corso degli anni: dopo un certo periodo di tempo, i capi tornano di grande attualità. Per questo motivo la produzione di abiti si ferma, e la società deve affidarsi a ciò che è già stato prodotto. Il settore della moda si trasforma e passa dal nuovo all'usato, in chiave diversa da quella che comunemente si intende. Le passerelle non presentano più collezioni inedite, ma capi che si indossavano in passato, di seconda mano, che tornano al mutare delle tendenze. Gli stilisti hanno il compito di adattare i vestiti alle mode del momento e reinventare il concetto di stile, come era prima del consumismo sfrenato.



Self-made clothers

Cosa succederebbe se potessimo creare i vestiti a nostra discrezione?

Si tratta di un servizio di abbigliamento realizzato su richiesta con la stampa 3D, che consente agli utenti di personalizzare i propri capi. Gli acquirenti avrebbero la possibilità di scegliere tra un'ampia gamma di materiali, colori o texture, creando stile e design del pezzo. Inoltre, si possono caricare sull'apposita piattaforma le proprie proposte, e una volta verificata la fattibilità, viene realizzato l'abito. Così, i vestiti soddisferebbero a pieno le esigenze e i gusti dei clienti, come accade in un negozio di abiti su misura.



La moda del futuro

Cosa succederebbe se i vestiti perdessero la funzione estetica?

In un universo in cui vige il monotono grigiore, i vestiti non sono più lo specchio del carattere, dello status sociale o della moda. Sono oggetti in divenire, neutri e disponibili in diverse taglie per adattarsi a corporature differenti. La gente li indossa unicamente per coprirsi, per ripararsi dal freddo e dalle altre intemperie. I colori riecheggiano piatti, uguali, senza dettagli distintivi.



Armadio condiviso

Cosa succederebbe se esistesse un armadio condiviso per ogni quartiere o condominio?

In un'economia di comunità, il singolo non avrebbe un proprio armadio, ma accederebbe ad uno condiviso per ogni quartiere o condominio da cui prendere e restituire i vestiti, come farebbe in biblioteca. Così il "guardaroba pubblico" diventa un hub sociale dove gli abiti circolano, vengono scambiati, usati e riparati dalle persone, senza invecchiare nei cassetti impolverati. Nel caso di viaggi o trasferimenti, l'utente dovrà affidarsi dei capi già disponibili nella località di destinazione.



Super fast fashion

Cosa succedrebbe se smettesse di essere interessante?

La moda corre così veloce che la gente non riesce a tenere il passo: trend nati e dimenticati in una manciata di giorni, il tutto amplificato dai social che alimentano una vera e propria fame di novità. Così i brand, stanchi del mero inseguimento del nuovo, iniziato a rallentare i profitti e perdere clienti che non vogliono acquistare merce già vecchia. Il settore si appiattisce, i vestiti sono semplici e funzionali perché nessuna tendenza riesce a catturare l'attenzione del pubblico. L'evoluzione della moda diventa un loop sterile di capi che non creano emozioni.



Ritorno dei sarti

Cosa succedrebbe se il lavoro del sarto tornasse in auge?

Se la professione del sarto tornasse in voga grazie all'intelligenza artificiale e alla realtà virtuale, crollerebbero il fast fashion e l'abbigliamento standardizzato, lasciando spazio ad una moda su misura adattata ai singoli. I sarti, artigiani digitali, creerebbero gli stili e guiderebbero le nuove tendenze. L'industria della moda sarebbe più sostenibile, poiché scomparirebbe la produzione in serie a favore di un numero ristretto di pezzi curati con passione e creatività.



Expiration date

Cosa succedrebbe se i vestiti avessero la data di scadenza?

Le principali case di moda adottano un sistema di abbigliamento “programmato” per scadere. Ogni vestito è composto da una fibra biotecnologica che si deteriora da sola dopo un certo periodo di tempo o un numero di lavaggi determinato. Alla fine del ciclo, il tessuto si scompone gradualmente in elementi non tossici e biodegradabili, che saranno riassorbiti dall’ambiente senza lasciare traccia.

Scelta storyconcept

Lo storyconcept scelto è “Expiration date”, i vestiti con la data di scadenza. Si vuole far riflettere sul modo in cui vengono percepiti, prodotti e consumati i vestiti, mettendo in discussione il modello lineare di produzione “acquista, usa e getta”. Si cerca quindi di esplorare, attraverso la lente della sostenibilità, il connubio tra il concetto di moda e di effimero, un argomento introdotto con il modello di business del fast fashion. Con lo sviluppo di questo concept si vuole dimostrare che la temporaneità delle tendenze può essere gestita in maniera consapevole e non necessariamente distruttiva per la nostra salute e per quella del pianeta. Infatti, con la concezione degli abiti che si biodegradano, viene ribaltata l’essenza stessa della moda veloce, creando un ciclo virtuoso e sistemico, dove gli scarti diventano una risorsa, perché vanno a migliorare la qualità del terreno. Inoltre, l’introduzione di abiti con la scadenza dovrebbe incoraggiare i consumatori a valutare la qualità e la reale utilità di ciascun articolo, con l’obiettivo di non far accumulare vestiti negli armadi o, nel caso peggiore, nelle discariche. Bensì si cerca di stimolare un confronto culturale tra sostenibilità e responsabilità individuale.

05

SCENARIO

Fibre tessili

Per fibre si intende tutto ciò che può essere filato o può essere trasformato in tessuto, rappresentando il punto di partenza per la realizzazione di tutti i prodotti tessili che soddisfano le esigenze quotidiane della società. In termini tecnici, la fibra può essere descritta come un filamento flessibile, simile a un capello, con dimensioni caratterizzate da un diametro molto ridotto rispetto alla lunghezza della fibra, in un rapporto che può essere di 1 a 1000 e oltre.

Sul mercato sono disponibili tessuti realizzati con fibre diverse, la cui provenienza ha origini differenti. Oltre alle fibre di origine naturale, come quelle ottenute da piante e animali, ci sono le fibre sintetizzate chimicamente, che costituiscono l'insieme delle cosiddette fibre sintetiche. Esistono, inoltre, fibre che sono prodotte utilizzando materie prime naturali, che vengono sottoposte a processi di trasformazione industriale e che co-

stituiscono l'insieme delle fibre artificiali.

Il filato, è il risultato dell'unione di fibre, ottenute per affiancamento, intreccio e/o torsione di fibre e costituisce l'elemento base per la creazione di tessuti. Stante la vasta gamma di tipologie di fibre disponibili, sul mercato sono presenti svariati prodotti realizzati con fibre diverse, ciascuna delle quali avente caratteristiche e proprietà specifiche che determinano l'applicazione finale sul prodotto tessuto.

Fino al XVII secolo, i tessuti venivano prodotti a livello domestico, dalle fonti disponibili in natura, che sostanzialmente potevano essere di origine vegetale, come cotone, canapa e lino, oppure di origine animale, come lana e seta. Con l'avvento della rivoluzione industriale, il processo di produzione domestico venne meccanizzato, con l'introduzione di nuovi metodi di pro-

duzione e filatura, più rapidi e rifiniti, grazie anche all'utilizzo di macchinari. Fino alla fine del XIX secolo, le fibre prodotte erano esclusivamente naturali. Nel corso del 1900, iniziarono a essere prodotte le fibre artificiali, in particolare le fibre di cellulosa rigenerata attraverso il metodo della viscosa. Sebbene questo non fosse il primo processo industrializzato per la produzione di fibre di cellulosa artificiale, divenne rapidamente dominante.

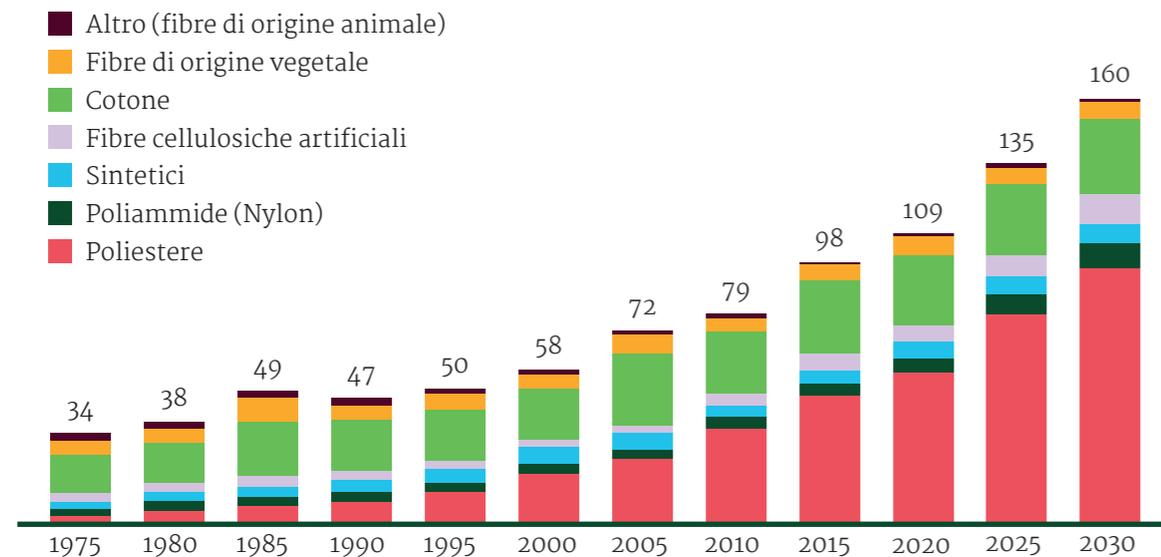
Le fibre sintetiche entrarono nel mercato tessile solo negli anni '40 a seguito dell'importante sviluppo dell'industria chimica e con le sperimentazioni della cosiddetta chimica del carbonio, che riusciva a realizzare polimeri sintetizzati chimicamente, che a seconda della loro composizione chimica, realizzavano prodotti molto performanti e differenti a seconda delle caratteristiche (Felgueiras et al., 2021).



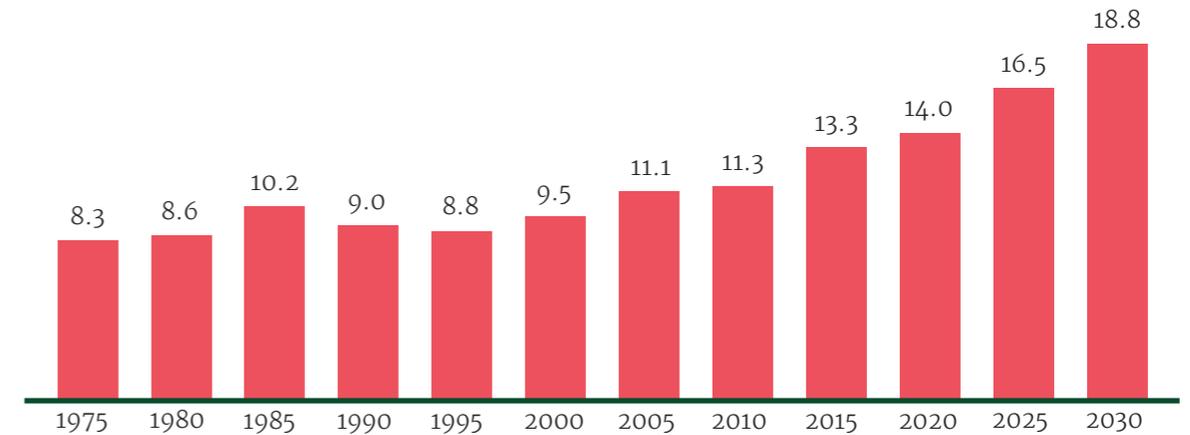
Nei primi due decenni del 2000, la produzione globale di fibre tessili è più che raddoppiata, passando da 58 milioni di tonnellate nel 2000 a 124 milioni di tonnellate nel 2023 e si prevede che crescerà fino a 160 milioni di tonnellate entro il 2030, se le attività proseguiranno con l'andamento attuale (Materials Market Report, 2024). Il rapporto dell'EEA "Textiles in the environment: the role of design in Europe's circular economy" (EEA, 2022a) e il relativo documento di approfondimento del ETC (ETC/CE, 2022a) hanno evidenziato che il consumo tessile nell'Unione Europea si

posiziona al terzo posto in termini di utilizzo del suolo e delle risorse idriche, subito dopo il settore alimentare, e al quinto posto per quanto riguarda le emissioni di gas serra (GHG) e l'uso di materie prime (ETC/CE, 2022a; EEA, 2022a).

Anche la produzione globale di fibre pro-capite è aumentata notevolmente, passando da 8,3 chilogrammi per persona nel 1975 a 15,5 chilogrammi per persona nel 2023. Si stima che questa cifra possa salire a 18,8 chilogrammi per persona entro il 2030, se il modello attuale di business rimane invariato (Materials Market, 2024).



Produzione globale di fibre (milioni di tonnellate).
Source: Material Market Report 2024.



Produzione globale pro-capite di fibre kg per persona.
Source: Textile Exchange based on UN data and global data compilation.

Con l'intento di perseguire uno sfruttamento sempre più sostenibile delle risorse disponibili a livello globale, si sta cercando di ridurre l'utilizzo di quelle fossili e le emissioni di gas serra, si sta intensificando la ricerca di fibre alternative basate su risorse rinnovabili (bio-based). Ciò non implica automaticamente che lo sviluppo di un'industria della moda e del tessile orientata verso l'uso di fibre bio-based sia necessariamente più sostenibile delle produzioni finora analizzate. Infatti, il bio-sourcing si basa sull'idea che, cambiando l'origine del carbonio nella struttura della fibra, a favore di fonti rinnovabili, si possano diminuire gli impatti ambientali e climatici dei prodotti finali.

Attualmente, ancora molte questioni rimangono irrisolte riguardo alla circolarità delle fibre bio-based e ai loro impatti ambientali e sociali.

Le fibre tessili, nella loro produzione, hanno effetti multifattoriali e, sebbene alcune alternative appaiano inizialmente sostenibili e circolari (ovvero con possibilità di riutilizzo a fine vita e/o scopo per cui sono realizzati), possono portare a effetti paradossali e conseguenze non intenzionali.

Tra le principali attenzioni e preoccupazioni ambientali associate alla produzione di fibre bio-based, vi sono l'uso di acqua e suolo, la competizione per le materie prime, l'intensità agricola, la riciclabilità e il rilascio di microfibre (ETC-CE Report, 2023/5).

Categorie delle fibre tessili

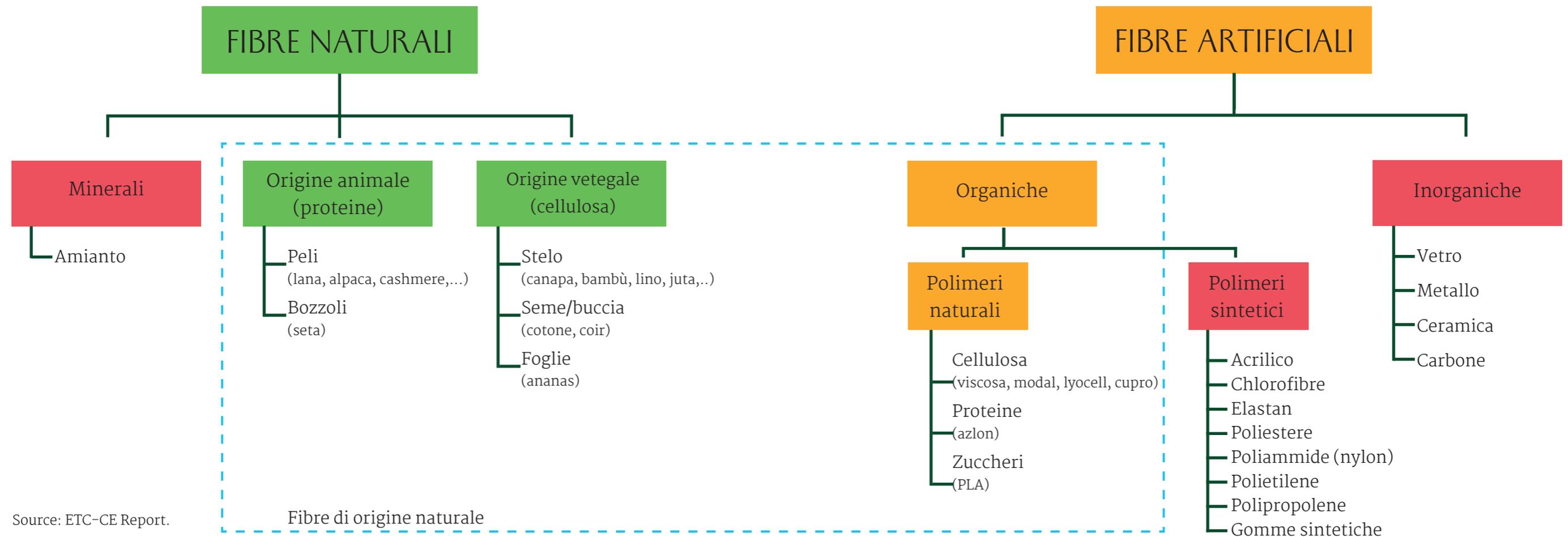
Le fibre tessili si classificano in base alla loro origine e alla loro composizione chimica, che ne determinano proprietà fisiche, chimiche e applicazioni, ma anche la texture (caratteristica morfologica del tessuto) e la durabilità. Possono essere suddivise in due macrocategorie:

- Fibre Naturali: possono essere di origine minerale, animale o vegetale;
- Fibre Artificiali (man-made): aventi origine organica o inorganica

Le fibre artificiali organiche, polimeri, possono essere naturali o sintetiche.

Ad oggi la produzione si concentra sulle fibre artificiali, ricoprendo circa il 60 % della produzione totale; invece, le fibre naturali ammontano al 40 % (Felgueiras et al., 2021).

- Fibre di origine naturale
- Fibre artificiali
- Fibre di origine inorganica



Fibre naturali

Le fibre naturali sono possono avere origine minerale, oppure biologica di tipo animale, o vegetale e sono ottenute senza processi chimici complessi. Sono utilizzate dall'uomo fin dall'antichità grazie alla loro disponibilità in natura, versatilità, capacità di soddisfare diverse esigenze tessili, oltre a essere rinnovabili e/o riutilizzabili, nel caso specifico delle fibre minerali.

In particolare, le fibre animali hanno assunto una particolare attenzione come materiale di rinforzo (struttura) per i compositi biopolimerici, in quanto possiedono caratteristiche di spiccata flessibilità, elevata tenacità superficiale e bassa idrofilia (contenuto in acqua) rispetto alle fibre vegetali (Aaliya et al., 2021).

A lato: Esempio di fibra di amianto.

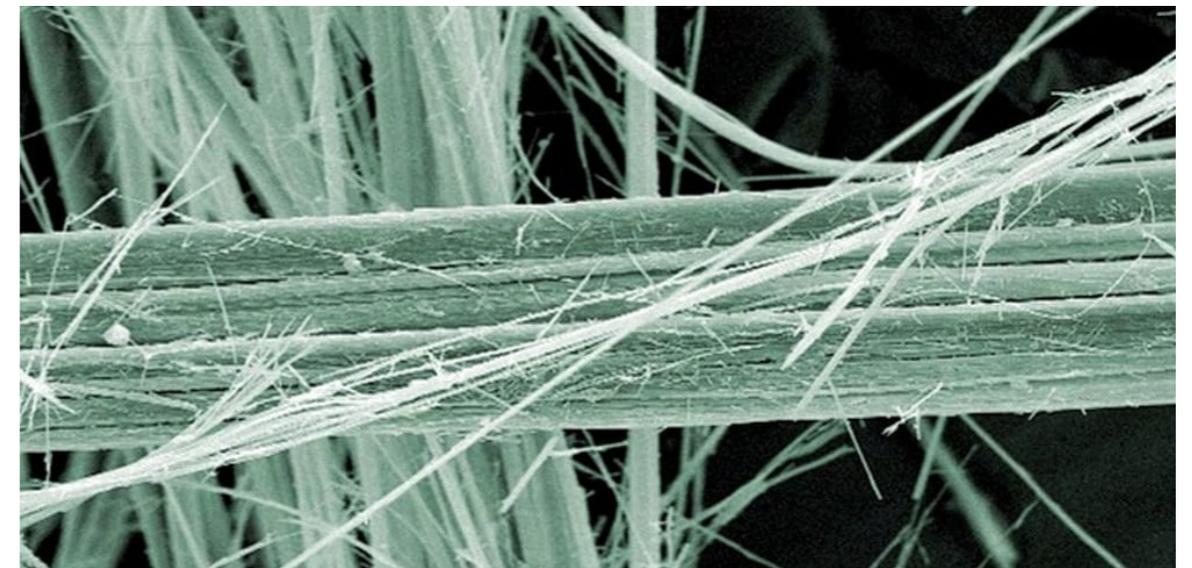
Fibre minerali

Le fibre minerali provengono dai minerali estratti da alcune rocce presenti in natura, tra cui l'asbesto, presente in grandi quantità nelle zone del Canavese, alle porte di Torino, in cui sono chiaramente visibili le cave di estrazione del materiale, dal quale si ricavava diffusamente la fibra dell'amianto, utilizzata per le sue notevoli proprietà ignifughe e termoisolanti, oltre a presentare notevoli caratteristiche fisico meccaniche.

Per contro, la geometria delle fibre presenta dimensioni tali che, se inalate, a seguito della liberazione e dispersione nell'aria delle stesse, nel corso dei processi di produzione e di lavorazione dei manufatti contenenti

ti amianto, possono dare gravissimi problemi di salute: l'annidamento delle fibre nei bronchioli dei polmoni, comporta malattie degenerative del tessuto delle pleure, a cui fanno seguito patologie quali l'asbestosi, il mesotelioma pleurico e il cancro ai polmoni. La pericolosità del materiale ha comportato la sua regolamentazione e redazione di Norme legislative specifiche che ne hanno comportato il divieto di utilizzo in molti Paesi, tra cui quelli dell'Unione Europea e gli Stati Uniti (US EPA, ECHA).

Nel 1999 è stata emanata una direttiva europea che ha vietato l'uso della fibra di amianto, sottolineandone il pericolo per la salute (ECHA).



Fibre animali

Le fibre tessili di origine animale sono fibre che si ricavano dal bulbo pelifero del manto dell'animale, dalle piume degli uccelli oppure dalla secrezione dai bozzoli di lepidotteri o acari.

Siccome presentano ottime proprietà chimiche, fisiche e meccaniche, queste fibre costituiscono per loro natura, un potenziale materiale di rinforzo nei compositi polimerici (Aaliya et al., 2021).

Lana

Tra le più conosciute vi è la lana, che è anche la fibra di origine animale più utilizzata, ricavata dal pelo di svariati mammiferi come alpaca, bisonti, conigli d'angora, capre e, soprattutto, dalle pecore, la più conosciuta e diffusa in termini di produzione, le cui proprietà variano a seconda dell'origine e della specie di pecora da cui vengono tratte, per tosatura (Aaliya et al., 2021).

Essendo una fibra composta da proteine, la fibra della lana è traspirante, può assorbire e rilasciare umidità, che conferiscono al materiale buone proprietà isolanti e di regolazione del calore corporeo, riuscendo a mantenere, all'occorrenza, il calore che tende a

dispersi prodotto dal corpo rivestito, oppure limitare l'ingresso dell'eccesso di calore proveniente dall'esterno del corpo (ETC CE Report, 2023/5). Non trascurabile è la proprietà della lana ad assorbire gli odori, consentendo ai capi di vestiario realizzati in lana (pura e/o tessuta con altre fibre) di rimanere freschi per tempi più lunghi, riducendo così i cicli di lavaggio dei manufatti (Swan, 2020).

La versatilità della fibra di lana consente un utilizzo in una vasta gamma di applicazioni tessili, tra cui tessuti per abbigliamento (vestiario), tessuti tessili per la casa, tessuti tessili per uso medico, tessuti vestiario per uso militare e geotessili, ovvero tessuti in grado di scomporti ed essere quasi totalmente biodegradabili.

Nell'anno 2023, circa il 4,8% della lana prodotta a livello globale è stata certificata secondo standard sostenibili come il Responsible Wool Standard (RWS) e si prevede un aumento di questa percentuale entro l'anno 2030 grazie anche alle crescenti richieste di sostenibilità (Materials Market Report, 2024).



Sopra: Tosatura della pecora.
A sinistra: Lana filata. Credit:L'Opificio.
A destra: Tessuto in lana. Credit:L'Opificio.

Seta

La seta è generalmente ricavata dalla fibra secreta dalle ghiandole poste ai lati della bocca degli insetti, durante lo sviluppo del bozzolo. Si contano circa 14.000 specie di larve di farfalla e circa 4000 specie di ragni, da cui viene ricavata, e nello specifico, la più nota fibra della seta è ricavata dai bozzoli del baco da seta *Bombyx mori* (Aaliya et al., 2021).

La seta è l'unica fibra naturale disponibile sotto forma di filamento e presenta un'eccellente resistenza alla trazione, paragonabile alle fibre sin-

tetiche come nylon e poliestere, oltre a possedere altre interessanti caratteristiche tra le quali, una buona capacità di assorbire e trattenere il calore (analogamente alla lana). Pertanto, viene impiegata in una vasta gamma di applicazioni tessili, che vanno da pigiami e abiti da sposa a capi per lo sci e abbigliamento estivo. Nonostante la concorrenza con i materiali sintetici e il processo produttivo molto costoso e laborioso, la fibra di seta ha mantenuto il suo primato nella produzione di abbigliamento di lusso, dovuto anche alla particolare delicatezza e aspetto che offre il tessuto (ETC CE Report, 2023/5).



A sinistra: Baco da seta.
A destra: Tessuto in seta.

Cashmere

Il cashmere è il prodotto animale che si ricava dal sotto-vello del manto delle capre di specie Cashmere. Le caratteristiche salienti della fibra, che la rendono particolarmente apprezzata dal mercato, sono la sua morbidezza, la delicatezza al tatto, ma soprattutto la capacità termo isolante, in grado di trattenere il calore corporeo. Questa proprietà è dovuta da una fibra molto fine, che raggiunge i 14-15 micron di spessore (Cashmere, che cos'è? - Pavoni Vaganti, 2021).

Il maggior paese produttore del materiale pregiato è, con una produzione del 69% del valore globale, la Cina, soprattutto nelle regioni montuose. La Sustainable Fibre Alliance (SFA) e il Good Cashmere Standard (GCS) promuovono pratiche agricole responsabili, tracciabilità nella filiera produttiva e condizioni di lavoro eque per i pastori.

Si stima che circa il 47% della produzione globale di cashmere sia certificata da standard sostenibili e tale dato, riflette il crescente impegno verso metodi produttivi rispettosi dell'ambiente e del benessere animale (Materials Market Report 2024; A Market Assesment, 2019).

Sopra: Capre di specie Cashmere.
A destra: Tessuto in cashmere.



Alpaca

La fibra di alpaca è una fibra di origine animale ricavata dalla tosatura del manto dell'alpaca e nello specifico, della razza peruviana Huacaya, che rappresenta il 95% della popolazione globale di circa 4 milioni di alpaca. Così come le altre fibre di origine animale, ha buone proprietà termiche ma, a differenza della lana, non

contiene lanolina, rendendo la fibra ipoallergenica. Nell'anno 2023, il 7% della totalità della fibra prodotta, era certificato Responsible Alpaca Standard (RAS), evidenziando una crescita rispetto al 3% dell'anno precedente, anche se la maggior parte di questa fibra è già destinata a specifiche catene di fornitura, quindi già sottoposta a standard qualitativi e di controllo ambientale certificati (Materials Market Report, 2024).



Sopra: Esempolari di alpaca.
Sotto: Lana di alpaca da filare e tessuto in alpaca.

Fibre vegetali

Le fibre vegetali derivano da piante e sono composte prevalentemente da cellulosa (il polisaccaride più abbondante sulla Terra), emicellulosa, lignina, pectina e cera, la cui proporzione varia da una pianta all'altra (Aaliya et al., 2021; C. Felgueiras et al., marzo 2021).

La cellulosa è il costituente strutturale della parete cellulare primaria delle cellule costituenti le varie parti della pianta ed è presente, con caratteristiche chimiche e strutturali diverse, nello stelo, nei semi, nel frutto o nelle nervature della foglia.

Una prima classificazione dell'origine delle fibre vegetali è proprio data dalla parte della pianta da cui vengono ricavate e quindi si possono avere: fibre da semi, fibre da steli (liberiane), fibre da foglie o fibre da frutto.

Una ulteriore classificazione è data dal loro utilizzo e dal motivo principale per cui le piante vengono coltivate e sono classificate come fibre primarie e fibre secondarie.

Tra le fibre primarie, che provengono da piante coltivate quasi esclusivamente per la produzione di fibre, ricordiamo il kenaf, la canapa, la iuta, la sisal e il cotone.

Tra fibre classificate secondarie, ovvero ottenute dalle piante non in

modo esclusivo per cui vengono coltivate ma come sottoprodotti, in grado di fornire fibre, si elencano le piante del cocco, della palma da olio, dell'ananas e delle foglie di banano (Aaliya et al., 2021).



Sopra: Fibra ricavata dall'albero di banana.
Sotto: Fibra di lino.

Cotone

Il cotone è la fibra proveniente dai semi dall'omonima pianta, più utilizzata e coltivata sin dall'antichità e costituisce circa il 90% di tutte le fibre naturali prodotte e circa il 24% del mercato tessile globale (C. Felgueiras et al., 2021) (Textile Exchange, 2021). Grazie alla sua morbidezza, resistenza e capacità di assorbire l'umidità, è ideale per tessuti destinati all'abbigliamento e al vestiario in genere, oltre che a svariati tessuti per la casa e di utilizzo domestico.

Per contro, il cotone richiede notevoli risorse idriche e agrochimiche per la coltivazione, rendendolo una delle fibre naturali più impattanti dal punto di vista ambientale. Si rileva infatti, che solo il 29% del cotone prodotto nel 2023 è stato certificato attraverso programmi di sostenibilità, che è un valore percentuale stabile rispetto agli anni precedenti, mentre l'1% è cotone rigenerato da materiali riciclati pre (durante la produzione dei tessuti) e post consumo (Materials Market Report 2024).

Il cotone contiene circa il 90% di cellulosa; la canapa essiccata ne contiene il 40-50%, mentre il legno ne ha il 40-55%, spesso combinata con altre sostanze come lignina ed emicellulose. Si prevede che l'uso di fibre cellulosiche crescerà dall'attuale livello di

3,7 kg pro capite a 5,4 kg entro l'anno 2030 (C. Felgueiras et al., 2021).

L'ibridazione del cotone consentirà di aumentare la resa del raccolto da 800 kg/ha (2010) a 925 kg/ha (2030), ma comunque non sarà sufficiente a compensare la diminuzione delle terre coltivabili e la crescente domanda del mercato.

Si stima che nel 2030 saranno disponibili solo 3,1 kg di cotone pro capite e pertanto, dal punto di vista ambientale, si ritiene necessaria una graduale sostituzione del cotone con altre fibre, a base di polpa, per le quali sono già in atto ricerche sperimentali su nuove fibre naturali, quali il kapok, l'ananas e l'apocynum (Yu, 2014).

Oltre al cotone, diverse fibre vegetali, tra cui juta, cocco, lino, canapa, sisal e altre, giocano un ruolo significativo nella produzione tessile globale. Nel 2023, la produzione complessiva di queste fibre è stata di circa 6,7 milioni di tonnellate, pari al 5% del mercato globale delle fibre (Materials Market Report, 2024).



Sopra: Fiore di cotone.

Sotto: Step principali del processo di produzione del cotone. Credit: Impose.

Juta

La fibra della juta, che si ricava dalla famiglia di piante Corchorus, si presenta come una fibra resistente e rigida, con buone proprietà di attrito e isolamento. E' presente nel settore con il 52% della produzione totale, ed viene utilizzata soprattutto per spaghi, corde e materiali per imballaggi (ETC CE Report, 2023/5; Materials Market Report, 2024).



Sopra: Piantagione di juta.
Sotto: Fibra di juta.

Coir, fibra di cocco

Il coir o fibra proveniente dalle piante del cocco, si posiziona al secondo posto, della produzione totale, con una percentuale del 29%, trovando applicazioni in prodotti domestici come divani, materassi, ceste e stuoie, dovute prevalentemente alla sua robustezza (ETC CE Report, 2023/5).

La fibra di cocco è una fibra lignocellulosica situata tra il guscio esterno e la buccia del cocco (*Cocos nucifera*) e viene considerato come un sottoprodotto abbondantemente disponibile, dopo la lavorazione del frutto (Aaliya et al., 2021).



Sopra: Frutto del cocco.
Sotto: Fibra coir.

Lino

La produzione globale di lino, al terzo posto, ha raggiunto 0,4 milioni di tonnellate, pari al 6% del mercato delle fibre vegetali non di cotone. Il lino è derivato dalla pianta *Linum usitatissimum*, che ha steli sottili ma molto fibrosi come tutte le altre fibre liberiane e viene coltivato da millenni per usi e scopi diversi, tra cui la produzione di oli e composti, ma è particolarmente apprezzato per i tessuti e l'industria tessile del vestiario, per la sua capacità igroscopica e proprietà termoregolatrici, rendendolo largamente impiegato ed apprezzato.

La maggior parte del lino di qualità superiore proviene dall'Europa, con la Francia come leader nella coltivazione, dal Belgio e dai Paesi Bassi (The Sustainable Angle, 2020).

Il lino è certificato tramite standard di conformità quali European Flax™ e MASTERS OF LINEN™, che garantiscono tracciabilità e sostenibilità, ma ciononostante, la produzione biologica è ancora limitata e sono in atto iniziative come il codice REEL Linen di CottonConnect per promuovere pratiche sostenibili lungo tutta la filiera (Materials Market Report 2024).

Sopra: Piantagione di lino.
Centro: Essiccazione del lino in fascine.
Sotto: Fibra e tessuto di lino.



Canapa

Coltivata in Europa da molti secoli, la canapa *Cannabis sativa* L, si adatta a diverse condizioni climatiche e a tipi di suolo differenti, ed anche per questo motivo, la sua fibra ha rappresentato il 4% delle fibre vegetali, diverse dal cotone, nell'anno 2023, confermando la Francia come maggiore produttore globale (The Sustainable Angle, 2020) (Materials Market Report 2024).

La canapa è tradizionalmente impiegata nella produzione di tessuti, corde e vele e dalla sua lavorazione si possono ottenere fibre lunghe e fibre corte. In particolare, quelle lunghe sono ap-

prezzate per assorbenza, traspirabilità e protezione UV, mentre quelle corte vengono "cotonizzate", ovvero lavorate in analogia alle fibre di cotone e con esso anche intrecciate e tessute, sebbene la variabilità delle proprietà delle fibre, che comportano una difficile lavorazione del materiale, e la carenza di macchinari specializzati, limitano la produzione tessile (Zimniewska, 2022).

Anche per la canapa, esistono programmi per la produzione sostenibile a livello industriale per il mercato tessile, tra i quali, il più conosciuto è lo Responsible Hemp Standard-Textiles (Materials Market Report 2024).



A sinistra: Piantagione di canapa.
A destra: Fibra grezza e fibra trattata di canapa.



Ramie

Un'altra fibra vegetale da citare, anche se prodotta in "minore" quantità, è il ramiè che è una delle più antiche fibre tessili naturali e che già nell'antichità veniva coltivata principalmente in Cina. Il ramiè si presenta come una fibra con aspetto simile ad altre fibre liberiane (canapa, lino, juta, bamboo) e viene estratta dagli steli della *Boehmeria nivea*, dalla famiglia delle Urtaceae, specie varie della pianta dell'ortica (Aaliya et al., 2021).

La pianta si adatta a un'ampia gamma di latitudini e può essere coltivata in regioni tropicali, subtropicali e temperate, con elevata produzione, tanto che può essere raccolta fino a sei volte l'anno (ETC CE Report, 2023). Il ramiè ha un elevato contenuto di cellulosa, che può raggiungere il 90%, paragonabile al cotone (Lyu et al., 2021), che presenta caratteristiche morfologiche rilevanti, infatti oltre a essere una delle fibre naturali più forti e lunghe, ha una grande stabilità termica ed è resistente alla perdita di forma, al restringimento e all'attacco microbico, che lo rendono particolarmente attraente nell'utilizzo in capi di abbigliamento di qualità, in tessuti per la casa, spaghi e fili (ETC CE Report, 2023).



Sopra: Ortica ramie.
Sotto: Fibra di ramie.

Kenaf

Il kenaf, è una pianta erbacea originaria dell'Africa centrale, che appartiene alla famiglia delle Malvaceae e presenta una fibra di tipo liberiana, che comprende circa il 65,7% di cellulosa e il 21,6% di pectina e lignina.

La fibra possiede anche un'eccellente resistenza alla trazione e alla flessione e può sostituire la fibra di vetro e altre fibre sintetiche, oltre ad essere la fibra ideale per tessuti, imbottiture di tappeti e altre applicazioni di polimeri estrusi o stampati a iniezione (Aaliya et al., 2021).

Fibra di ananas-Palf

La fibra proveniente dall'apparato fogliare della pianta di ananas (PALF), è ricca di cellulosa e nasce come scarto di produzione ottenuto dalla coltivazione dell'ananas.

Il suo utilizzo attuale è presente in varie applicazioni legate alla produzione di prodotti artificiali e costituisce fibra di rinforzo dei polimeri (Aaliya et al., 2021).

Fibra di ananas.

Sisal

Il sisal è una pianta che appartiene alla famiglia delle Asparagacee, originaria del Messico, e produce una fibra rigida e dura che viene tradizionalmente utilizzata per la produzione di spago e corda. La sua coltivazione è "adattabile", in quanto può resistere ai climi caldi nelle regioni aride, ma anche resistere a qualsiasi insetto o parassita. La fibra, che è composta dal 65% di cellulosa, ha una resistenza specifica e un modulo di elasticità paragonabile a quello delle fibre di vetro che la rendono molto utilizzata nella produzione di compositi polimerici per applicazioni automobilistiche, tra cui schienali dei sedili e alette parasole (Aaliya et al., 2021).



Abaca-Bananatex

La fibra di abaca, conosciuta con il nome commerciale Bananatex, è ottenuta dallo stelo della pianta di banana Musa Textilis (Canapa di Manila). Si tratta di una delle fibre di cellulosa maggiormente disponibili sul mercato delle Filippine, data la grande abbondanza della pianta nell'area sudamericana, dovuta allo stelo che si rigenera completamente entro un anno dal raccolto.

Bananatex è biodegradabile e durevole, per questo è utilizzato nella fabbricazione di corde ed è un buon sostituto per le fibre di vetro in automobili. Inoltre, molti degli zaini e delle borse firmate da QWSTION, brand fondato dagli stessi ingegneri di Bananatex, sono realizzate in fibra di banana e proprio nel 2024 hanno vinto il Monocle Design Award per la categoria di Top Material Innovation (Aaliya et al., 2021; QWSTION, gennaio 2025).



Sopra: Pianta di banana Musa Textilis.
Sotto: Fibra di abaca.

Bambù

Il bambù (Bambusoideae) è una pianta sempreverde della famiglia delle Poaceae, che cresce fino a 40 m di altezza nel clima monsonico. Le sue coltivazioni sono apprezzate perché emettono ossigeno in abbondanza e richiedono poca quantità di acqua per il mantenimento.

Le fibre di bambù appartengono alla categoria delle fibre liberiane e presentano tutte le proprietà di questo gruppo di fibre, quali buona capacità di assorbimento della luce ultravioletta (UV) e una notevole traspirabilità, le fibre di bambù sono quindi utilizzate per la carta fatta a mano, la falegnameria e le applicazioni edili.

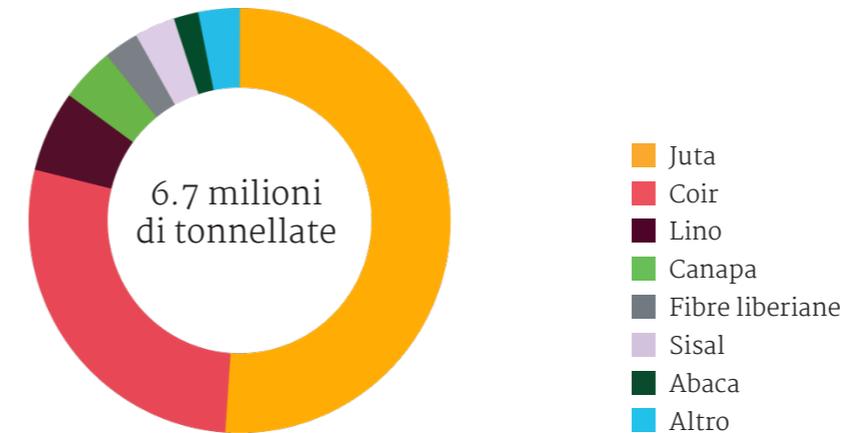
Dagli studi condotti, è emerso che i fasci di fibre di bambù hanno mostrato una forza specifica paragonabile a quella delle fibre di vetro convenzionali. Nel tessile, il tessuto in bamboo, è ideale per il diretto contatto con la pelle, ha buone capacità di assorbire l'umidità ed è antibatterico per natura (Aaliya et al., 2021; Maeko Tessuti, gennaio 2025).

Sopra: Canneto di bambù.

Sotto: Fibra grezza e fibra trattata di bambù.



Produzione globale delle “altre” vegetali nel 2023



Source: Material Market Report 2024.

Si stima che più di 8 milioni di aziende siano coinvolte nella produzione di fibre naturali di origine vegetale come la juta, il cocco, il lino e canapa.

Viene escluso il cotone, perché è la fibra vegetale più prodotta e utilizzata, un confronto con le altre fibre tessili sarebbe ridondante.

Fibre artificiali

Negli ultimi decenni sono state sviluppate e prodotte in massa numerose tipologie di fibre artificiali, che hanno superato in quantità quelle naturali. Il boom di queste fibre è avvenuto negli anni Novanta, quando il poliestere ha battuto il cotone. Le fibre man-made sono così chiamate per la loro origine artificiale; infatti, la composizione chimica di queste fibre viene modificata in modo permanente durante il processo produttivo (Osella, 2018). La maggior parte delle fibre artificiali utilizzate nei tessuti è di origine organica e presenta una struttura chimica basata su polimeri di carbonio, che possono essere sintetizzati chimicamente, formando polimeri sintetici, oppure derivati da elementi naturali, creando, polimeri rigenerati (ETC CE Report, 2023/5). Questo processo consente di ottenere fibre più regolari, eliminando limiti quali lunghezza insufficiente o impurità tipici delle fibre naturali (Textile Exchange, 2022).

Esistono inoltre fibre inorganiche, derivanti da elementi non organici, come il vetro o il metallo. Queste fibre sono apprezzate per la loro resistenza a condizioni estreme, come alte temperature, pressione o agenti chimici, e vengono utilizzate in ambiti quali l'aerospaziale, l'edilizia e il settore medico (Technica, 2022).

Fibre organiche

Le prime fibre sviluppate chimicamente utilizzavano polimeri di origine naturale e più precisamente la cellulosa. L'obiettivo era creare la cosiddetta 'seta artificiale' e i primi tentativi risalgono al 1855 da parte del chimico svizzero Georges Audemars, ma solo nel 1889 ci fu la prima produzione commerciale da parte dell'ingegnere francese Hilaire de Chardonnet, che la presentò all'esposizione di Parigi. La seta artificiale, prodotta con nitrocellulosa, fu chiamata così per la forte somiglianza alla seta e rappresentò l'antenato dell'attuale Rayon Viscosa. Lo sviluppo e la produzione delle fibre sintetiche artificiali sono invece una conquista più recente e fu grazie agli studi in campo di macromolecole del ricercatore tedesco Staudinger, condotti negli anni '20 del Novecento, che si comprese che i polimeri naturali sono formati da macromolecole lineari riproducibili mediante reazione di appropriate molecole (Zambon, 2022).

Le fibre organiche si possono ottenere a partire da cellulosa o proteine di elementi vegetali, che successivamente vengono trasformate in fibre attraverso la dissoluzione chimica di parti vegetali in polpa solubile per passare alla rigenerazione tramite filatura della fibra (ETC CE Report, 2023/5).

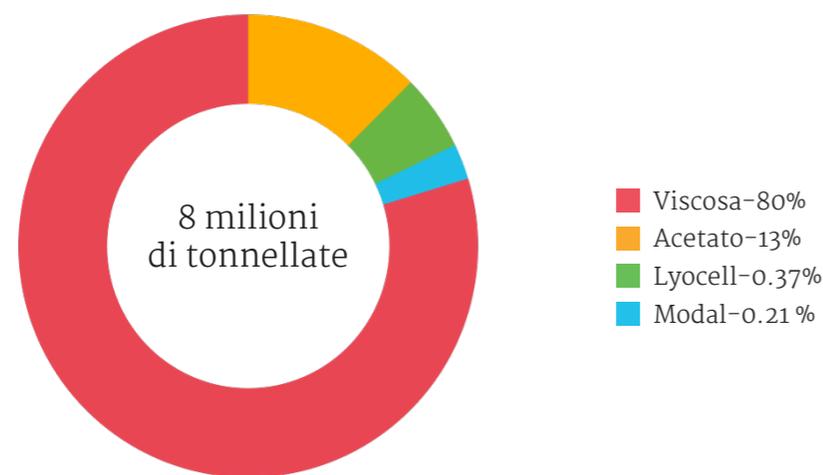
1. Polimeri naturali

Le fibre cellulosiche rigenerate derivano dalla cellulosa estratta dalla pasta di legno, proveniente da alcune famiglie di legno; il polisaccaride viene sciolto in solventi per poi essere estruso come un filamento. Si chiamano “fibre cellulosiche rigenerate” per la loro combinazione della materia prima naturale, la cellulosa, e del processo chimico di fabbricazione che la rompe in modo che possa essere “rigenerata” in una nuova fibra. (Zambon, 2022).

Dal punto di vista delle caratteristiche, le fibre cellulosiche rigenerate combinano spesso i vantaggi delle fibre naturali e di quelle sintetiche. Tut-

tavia, le loro caratteristiche sono più simili a quelle delle fibre cellulosiche naturali: sono lisce, fini e mantengono le proprietà intrinseche della cellulosa, tra cui una gestione ottimale dell’umidità. (ETC CE Report, 2023/5; Zambon, 2022).

Con un volume di produzione annuale di circa 7,9 milioni di tonnellate nel 2023, le fibre cellulosiche artificiali detenevano una quota di mercato pari a circa il 6% della produzione globale di fibre. Dal 1990, la produzione globale di MMCF è più che raddoppiata e si prevede che continuerà a crescere nei prossimi anni (Materials Market Report, 2024).



Produzione globale di MMCF (milioni di tonnellate) nel 2023. Source: Material Market Report 2024.

Viscosa

La viscosa (rayon) è una delle prime MMCF sviluppate e ne domina il mercato con l’80% delle quote. È apprezzata per la sua morbidezza, per la somiglianza alla seta e per assorbire bene l’umidità. Sebbene le MMCF siano spesso considerate un’alternativa più ecologica alle fibre sintetiche, il processo di produzione della viscosa può essere altamente impattante dal punto di vista ambientale a causa dell’uso di sostanze chimiche pericolose come il solfuro di carbonio e il loro conseguente rilascio di gas tossici (Fashion for Good, 2020). Al giorno d’oggi, lo scarico di sostanze pericolose può essere evitato utilizzando sistemi di produzione a ciclo chiuso all’avanguardia che riciccolano solventi e sostanze chimiche (Lyocell, novembre 2024).



Tessuto in rayon-viscosa.

Modal

Derivato da una variante del processo della viscosa, il modal appartiene alla seconda generazione delle fibre di cellulosa e offre una maggiore resistenza e buona capacità di assorbire l’umidità (ETC CE Report, 2023/5; Gun, 2010). È apprezzato per il suo aspetto liscio e lucido e la sensazione al tatto che richiama il lusso e la morbidezza della seta. Una nota negativa del tessuto è segnata dalla tendenza al restringimento in larghezza, dovuto alla diversa elasticità delle fibre (Gun, 2010).

Cupro

Il cupro è una MMCF di nicchia (meno dell’1% del mercato delle MMCF), derivata da una viscosa modificata. La sua produzione richiede la dissoluzione della cellulosa, ottenuta dalla lanuggine di cotone, in un reagente contenente ammoniaca e rame. Questa fibra è caratterizzata da finezza e resistenza, ed è utilizzata per la realizzazione di tessuti trasparenti. Tuttavia, la produzione del cupro è limitata a causa dei costi elevati e delle problematiche ambientali associate all’uso di cellulosa di alta qualità e sali di rame (ETC CE Report, 2023/5).

Lyocell

Le fibre di lyocell sono state sviluppate e prodotte per la prima volta negli anni '80 come fibra Tencel™ da Courtaulds Fibers. Lenzing AG, un'azienda austriaca leader nel settore, produce lyocell con il marchio "Lyocell by Lenzing". Il nome generico è "lyocell", ma le fibre sono prodotte con marchi che includono Tencel e marchi speciali, tra cui Seacell (Shaokai et al., 2018). Il lyocell rappresenta un'evoluzione sostenibile delle fibre artificiali: è la nuova generazione del rayon. È prodotto dalla polpa di legno dissolta utilizzando un solvente celluloso chiamato N-Metilmorfolina N-ossido (NMMO) attraverso un processo a circuito chiuso.

Rispetto alla viscosa convenzionale, la produzione di fibra di lyocell è più ecologica in quanto riduce l'uso di sostanze chimiche tossiche e diminuisce notevolmente l'uso dell'acqua e l'inquinamento atmosferico (Lyocell, novembre 2024).

Il lyocell ha proprietà migliorate rispetto alla viscosa e al modal: la sua resistenza e la sua tenacità sono superiori, sono più simili a quelle del cotone. Inoltre, l'alta cristallinità della fibra contribuisce alla stabilità dimensionale del lyocell, che è superiore rispetto ad altre MMCF (ETC CE Report, 2023/5).

Acetato

Il 13% della quota di mercato delle MMCF è ricoperta dall'acetato, fibra utilizzata principalmente in applicazioni non tessili, come i filtri per sigarette. Solo il 5% delle fibre di acetato è impiegato nel settore tessile (Textile Exchange, 2021). Nonostante la cellulosa sia la materia prima, gli acetati di cellulosa sono considerati fibre derivate, in quanto la loro composizione chimica è basata su un estere della cellulosa anziché sulla cellulosa stessa (ETC CE Report, 2023/5).



Tessuto di Lyocell.

Orange fiber

Orange Fiber è una fibra tessile artificiale di origine naturale, la prima al mondo ad essere estratta da scarti della produzione degli agrumi.

Sviluppata interamente in Italia, la fibra presenta proprietà simili alla seta, soprattutto per la delicatezza e la qualità del tessuto. È composto interamente da cellulosa naturale proveniente dagli agrumi, quindi il materiale è biodegradabile.

Orange Fiber ha fatto il suo debutto nell'alta moda con una collezione da donna prodotta in collaborazione con Salvatore Ferragamo. Inoltre, la fibra è entrata anche nel prêt-à-porter, tramite H&M, che l'ha scelta per una linea Conscious Exclusive. Dal 2013, anno in cui è stata brevettata, ad oggi, Orange Fiber ha fatto passi da gigante nella produzione di una fibra che limita l'utilizzo di risorse e proprio per questo motivo è stata pluripremiata da organizzazioni come Global Change Award (Orange Fiber, gennaio 2025).



Seacell

Seacell è una fibra che combina cellulosa e alghe marine Ascophilym Nosodum, oggi sono note come alga Kelp, raccolte nei fiordi islandesi e lavorate in Austria da moderni impianti di produzione di fibre presso l'azienda Lenzing. Le alghe dopo la raccolta non vengono trattate, mantenendo così intatte tutte le proprietà benefiche.

La creazione della fibra avviene attraverso un processo brevettato che incorpora l'alga, disidratata e polverizzata, in una fibra di cellulosa naturale. La fibra mantiene attivi i principi benefici durante la produzione e dopo ripetuti lavaggi.

La sua struttura porosa assorbe l'umidità in eccesso e rilascia elementi salutari sulla pelle, rendendo utile per trattare malattie della pelle come psoriasi e neurodermatiti. Essendo un prodotto naturale si tratta di una fibra biodegradabile e compostabile (Marekko Tessuti, gennaio 2025).

Tessuto Orange Fiber. Credit: Orange Fiber

Crabyon

Il Crabyon è una fibra tessile innovativa creata dall'azienda giapponese Omikenshi, ottenuta dalla combinazione del carapace di crostacei provenienti dall'industria alimentare, attraverso un procedimento di produzione brevettato a livello mondiale, e la cellulosa.

Grazie a questo processo, si liberano il Chitin e il Chitosano, sostanze che conferiscono al tessuto proprietà antibatteriche, antimicrobiche e biodegradabili. In particolare, le sue capacità antibatteriche e antimicrobiche sono permanenti, resistendo a lavaggi e all'usura. Oltre ad essere anallergica e biocompatibile, il Crabyon assorbe bene l'umidità, mantenendo la pelle idratata e prevenendo irritazioni, risultando particolarmente adatto per pelli sensibili o delicate, come quelle di bambini e anziani (Maeko Tessuti, gennaio 2025).



Granchio per la produzione di crabyon.



Tessuto in crabyon.

Biopolimeri

Appartengono alla categoria delle fibre naturali i biopolimeri, cioè i polimeri prodotti mediante processi biologici e caratterizzati da un'elevata biodegradabilità.

Le trasformazioni di queste macromolecole possono essere di tipo chimico ma anche mediate da batteri, per tanto, esistono numerosi microrganismi in grado di sintetizzare particolari composti che a seguito di trattamenti possono essere "ingegnerizzati" e diventare biopolimeri (Microrganismi e Sostenibilità, 2022).

I biopolimeri sono stati inventati per sostituire la plastica tradizionale, che ha un grande impatto sugli ecosistemi, si prevede infatti che in futuro potrebbero sostituire gran parte delle tecnologie basate sul petrolio.

Sebbene i biopolimeri siano prodotti commercialmente su larga scala, rappresentano solo una piccola percentuale del mercato dei polimeri. (Aaliya et al., 2021).

Rientrano nella più ampia voce di biopolimeri una serie di famiglie di materiali plastici:

- Polimeri derivati da risorse naturali rinnovabili ma non biodegradabili, comprende generalmente materiali realizzati con bioetanolo. Questo in-

clude sia materie plastiche di base (PE, PP o PVC). Come alcuni tecnopolimeri come PA, polieteri (PTT, PBT, ecc.) sono sempre ottenuti da fonti naturali.

- Polimeri Biodegradabili: sono polimeri che sono sempre ottenuti da risorse naturali rinnovabili e possono anche essere soggetti a processi di degradazione da parte di microrganismi presenti in natura (batteri, alghe, funghi, ecc.). I più diffusi sono il PHA, un polimero poliestere termoplastico, interamente prodotte da microrganismi a partire da granoturco, zuccheri di canna e oli vegetali; e il PLA, un polimero dell'acido lattico, ottenuto dalla fermentazione dell'amido di mais.

- Un piccolo gruppo di polimeri di origine fossile ma biodegradabili, i quali vengono generalmente utilizzati in combinazione con amido e altre bioplastiche per fornire una migliore biodegradabilità e proprietà meccaniche (Aaliya et al., 2021; Microrganismi e Sostenibilità, 2022).

Fibre sintetiche

L'introduzione delle fibre sintetiche risale alla fine del XIX secolo e furono formalmente brevettate in Francia e nel Regno Unito tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90.

Le fibre sintetiche sono dette anche fibre chimiche per il modo in cui vengono ricavate le macromolecole, ovvero attraverso processi di sintesi complessi che partono dal petrolio, una materia non rinnovabile. Per questo motivo rappresentano, nella storia delle fibre tessili, un passo successivo a quello delle fibre artificiali (Zavattini, 2011).

Le suddette fibre sono caratterizzate da un'elevata cristallinità, una struttura molecolare stabile, ottime proprietà meccaniche e una buona resistenza all'idrolisi e alla corrosione chimica. Di contro, hanno una bassa stabilità al calore, un modesto assorbimento dell'umidità e si degradano molto lentamente in natura.

Una volta scartati, i materiali realizzati con fibre sintetiche rimangono nell'ambiente per periodi molto lunghi senza degradarsi, causando numerosi problemi ecologici e ambientali (Gholampour and Ozbakkaloglu, 2020; Aaliya et al., 2021).

Infatti, il loro smaltimento sta causando un numero crescente di problemi di inquinamento (Patti et al., 2020).

Le principali fibre sintetiche provenienti dal petrolio sono il nylon, poliestere e il polipropilene (Wei et al., 2022).



Tessuto tecnico Elastam.

Poliestere

I poliesteri sono polimeri contenenti gruppi esterei nella catena principale e sono generalmente ottenuti per policondensazione di acidi organici polifunzionali e alcoli polifunzionali, in cui ogni molecola deve recare almeno due gruppi reattivi.

I poliesteri sono tra i polimeri industriali più utilizzati al mondo, grazie alla loro buona resistenza e tenacità, all'elevata durabilità ed a una scarsa capacità di assorbimento. Tuttavia, sono soggetti a pilling con l'usura e la loro produzione è altamente dipendente dai combustibili fossili, generando emissioni significative di gas serra; inoltre, contribuisce alla diffusione di microplastiche nell'ambiente durante i lavaggi (Osella, 2018).

Il settore tessile è stato uno dei primi ad impiegare fibre poliestere per

la produzione di tessuti ed indumenti sintetici ed ancora oggi riveste un ruolo molto importante nell'utilizzo di questi materiali: la produzione di fibre sintetiche di poliestere ha raggiunto il 57 % di quella globale delle fibre tessili, superando enormemente la produzione di fibre naturali. (Mastrovito, 2018; Materials Market Report, 2024).

Dato l'impatto ambientale di queste fibre, sono state attivate misure per cercare di riutilizzare il polimero, infatti tra il 2010 e il 2020, l'utilizzo di poliestere riciclato è passato dal 4% al 14% del totale, la maggior parte dei quali provenienti da bottiglie in PET. Oggi, le materie prime a base di bottiglie dominano ancora il mercato del poliestere riciclato, e di conseguenza le vendite dei materiali sintetici riciclati in generale (The Future of Synthetics, 2024).



Etichetta di un capo in poliestere.

Poliammide-Nylon

Nel 1935 presso la DuPont De Nemours, si riuscì a realizzare il primo processo di fabbricazione di una fibra sintetica: la poliammide 6,6 che, opportunamente lavorata, poteva produrre un filamento continuo. Il primo paio di calze realizzate con questo materiale fu presentato dalla DuPont all'esposizione internazionale di San Francisco nel 1939: fu un immediato successo. Oggi tale materiale è conosciuto con il nome di Nylon 6,6, dove il numero indica l'unità ripetitiva di atomi di carbonio delle due catene costituenti la poliammide (Zavattini, 2011).

Le poliammidi (PA) sono le seconde fibre sintetiche più utilizzate, ricoprendo il 5% del mercato mondiale nel 2020 (The Sustainability of Biosynthetics, 2022). Hanno una buona tendenza a cristallizzare già all'uscita delle filiere, rendendole utilizzabili in campo tessile; ne derivano anche ottime caratteristiche meccaniche: elevato modulo elastico, durezza e resistenza all'abrasione (Zavattini, 2011).

Così come i poliesteri, anche per le poliammidi sono state sviluppate alternative biobased, tra le più conosciute vi è Econyl, la quale produce un filato omonimo, sintetico e derivato dalla rigenerazione di polimeri di plastica

riciclata (Econyl, settembre-dicembre 2024).

Si stima che le fibre di poliammide biobased costituiscano circa lo 0,5% del mercato delle fibre di poliammide. Tuttavia, molti Materials biosintetici oggi presenti sul mercato sono parzialmente biobased, è quindi necessario un ulteriore sviluppo delle materie prime per fornire all'industria soluzioni innovative per promuovere l'adozione di poliammidi biobased (Materials Market Report, 2024).



Locandina dei collant in Nylon Du Pont.

Elastam

Parallelamente al nylon, si utilizza un elastomero, detto elastam, spandex o Lycra, dal nome di fabbrica.

Gli elastomeri utilizzati nel tessile ricoprono il 1,1% delle vendite nel settore; sono fibre sintetiche costituite per l'85% da poliuretano segmentato: avente segmenti rigidi, che agiscono come ancore, e segmenti elastici, che possono orientarsi nella direzione dello stress.

Ciò consente al materiale di allungarsi e garantire che le macromolecole non scivolino tra loro (Materials Market Report, 2024; Zavattini, 2011).

Acrilico

Un'ulteriore variante del Nylon molto conosciuta ed utilizzata nel settore tessile è l'acrilico, la cui fibra ricorda al tatto la lana; infatti, le sue principali applicazioni sono nella produzione di maglioni, maglie, calze, cappotti e in tutte le applicazioni in cui la lana è stata normalmente utilizzata. Il tessuto di acrilico si presenta leggero e caldo, con proprietà igroscopiche. In aggiunta, la fibra acrilica ha un'alta resistenza alla degradazione UV e alla muffa.

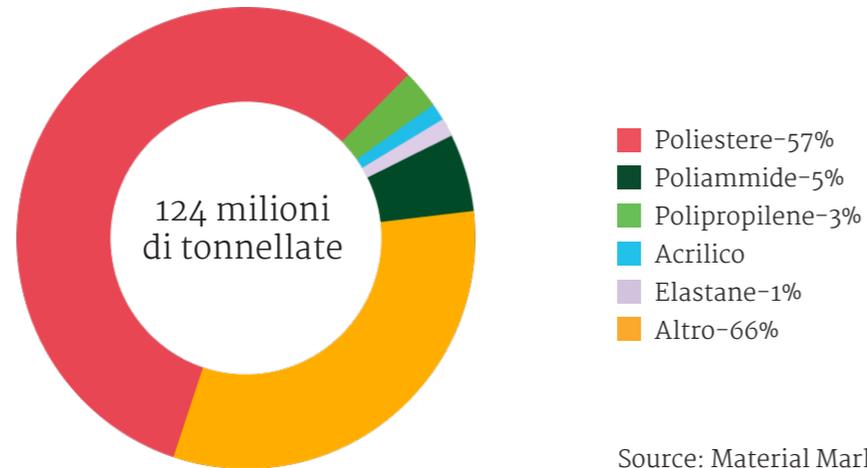
La sua produzione di fibra ha subito un

declino a causa della maggiore consapevolezza sulla salvaguardia ambientale e dell'elevato costo del recupero dei solventi. La fibra, tuttavia, continua ad essere il precursore primario per lo sviluppo di fibre di carbonio di alta qualità (Gupta et al., 2018).

Polipropilene

Un'ulteriore variante del Nylon mol- La terza fibra sintetica più utilizzata con una quota del 2,5 % del mercato ha origini italiane e valse al suo inventore, Giulio Natta insieme al tedesco Karl Ziegler, il Premio Nobel per la Chimica grazie agli studi pionieristici sui metodi di polimerizzazione stereospecifici (Materials Market Report, 2024; Destro & Neumann, 2013). Si tratta del polipropilene (PP), un materiale plastico molto versatile e a basso costo. Presentato con il nome commerciale Moplen, il PP isotattico è in continua evoluzione e ha registrato la più grande crescita di mercato nell'industria della plastica grazie alle sue peculiari proprietà, quali bassa densità, ottima resistenza chimica e alla temperatura, durezza, lavorabilità e 'orientabilità'. Dal punto di vista chimico-tessile, il filato è caratterizzato da una mano morbida e setosa con caratteristiche di antistaticità ed antifiamma (Destro & Neumann, 2013).

Mercato globale delle principale fibre sintetiche nel 2023



Source: Material Market Report 2024.

Fibre inorganiche

Le fibre inorganiche possono essere metalliche o non metalliche, sono più resistenti, più rigide e resistono meglio al calore rispetto a quelle tradizionali. Date queste proprietà non sono ampiamente utilizzate nel settore tessile, bensì il loro principale utilizzo è di rinforzo nei materiali compositi o in applicazioni tecniche e industriali. La fibra di vetro e la fibra di carbonio sono le più conosciute e solo nell'ultimo decennio sono entrate nella produzione di capi tecnici (Technica, gennaio 2025).

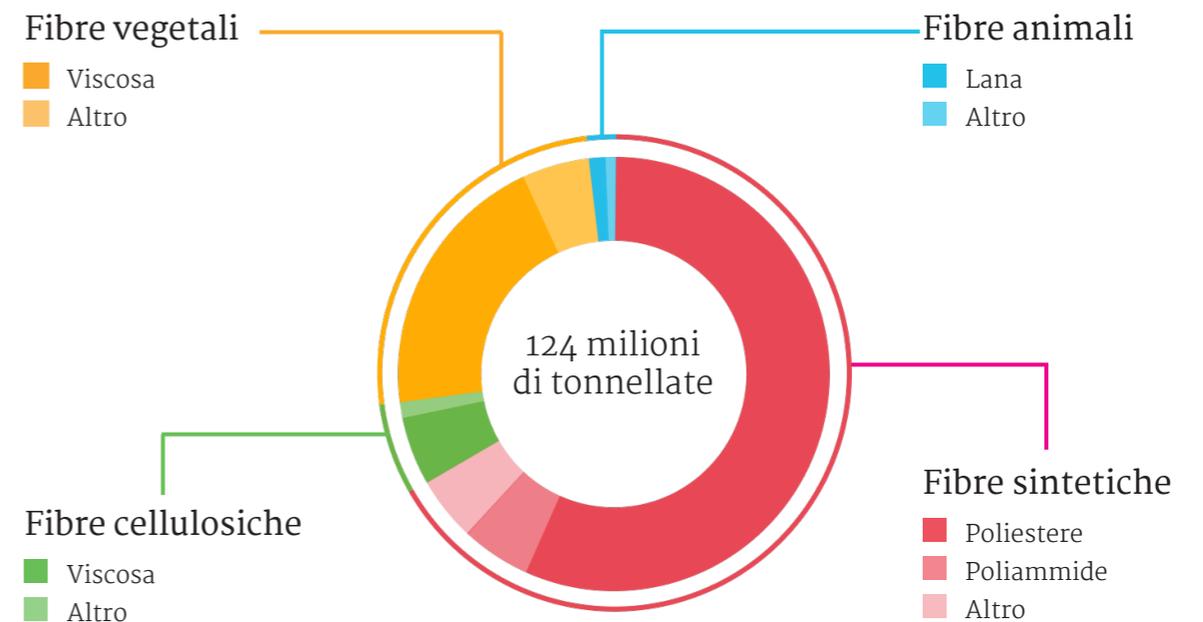


Fibra di vetro.

Mercato globale delle fibre nel 2023

L'analisi del mercato globale delle fibre tessili nel 2023 mostra la distribuzione delle tendenze di produzione e di utilizzo nel settore. Le fibre sintetiche continuano a dominare con il 67% del mercato globale, pari a circa 84 milioni di tonnellate. Tra queste, il poliestere è la fibra più utilizzata, con una quota del 57%. La produzione di poliestere è costituita prevalentemente da PET di origine fossile (88%), seguito dal PET riciclato (12%). Parallelamente, le fibre vegetali rappresentano un

quarto del mercato globale, anche se il loro uso è diminuito nel tempo. Il cotone è la fibra vegetale predominante, ma il 69% del cotone prodotto è di origine convenzionale o sconosciuta; mentre una quota crescente proviene da programmi certificati, come Better Cotton, Climate Beneficial™, Fairtrade e ISCC. Le fibre cellulosiche artificiali (MMCFs) costituiscono il 6% della produzione globale, mentre le fibre animali l'1% (Materials Market Report, 2024).



Source: Material Market Report 2024.

Valutazioni sulle fibre e considerazioni sul concept

L'obiettivo del progetto è realizzare un tessuto che sia biodegradabile nel corso di qualche mese in condizioni naturali, ovvero grazie all'azione di agenti biologici quali sole, acqua, batteri, piante o animali.

Solitamente, le fibre sintetiche impiegano decenni per decomporsi, e allo stesso tempo rilasciano elementi tossici e grandi quantità di microplastiche.

Le fibre naturali, invece, si decompongono più velocemente, senza inquinare l'ambiente. Ciò accade perché le fibre provenienti dai vegetali sono composte da cellulosa che, dissolvendosi facilmente a contatto con l'acqua, permette di ridurre il tempo della decomposizione. Ad esempio, il cotone, composto dal 90% di cellulosa, impiega circa cinque settimane per decomporsi, mentre il lino e la canapa si degrada in due.

Diverso è per le fibre animali, le quali sono più corte e composte da proteine. Generalmente impiegano più tempo a decomporsi perché le proteine sono più resistenti all'acqua, rispetto alla cellulosa. La lana richiede dai tre ai quattro mesi per decomporsi, mentre la seta impiega da uno a quattro anni (Arshad and Mujahid, 2011). La scelta

di optare per materiali con origine naturale è doverosa.

Un altro aspetto cruciale per la scelta è valutare la quantità e l'accessibilità della materia prima in natura in un'ottica di realizzare il tessuto. Con l'idea di creare un sistema di produzione di un tessuto originario nel torinese, sono stati analizzati altri materiali innovativi che stanno riscuotendo sempre più successo.

Fibra proteica del latte

“Now we will wear milk—dress in new milk-fed clothes based on discoveries that are rocking the fabric industry and taking the sting out of wool shortages”

Harper's Bazaar

La fibra di latte, Lanital, è una fibra proteica rigenerata (RPF), costituita dalla proteina del latte, la caseina, estratta con la rimozione della parte grassa dell'alimento. Fece la sua comparsa nel 1935, come fibra miracolosa che avrebbe contribuito a sostenere lo sforzo bellico.

Grazie a questa scoperta, ad opera dell'ingegnere chimico Antonio Ferretti di Gavardo, l'Italia si è dimostrata il leader delle RPF prima, durante e dopo la Seconda Guerra Mondiale. Il Lanital è stato adottato dal partito fascista per rappresentare l'indipendenza e la superiorità del Paese nel mondo tessile. Infatti, il governo italiano era intenzionato a promuovere il tessuto sul mercato globale, con brevetti depositati in diversi Paesi, tra cui gli Stati Uniti, dove il Lanital veniva prodotto con il nome di Aralac.

Il Lanital ebbe una breve popolarità nel mercato della moda di alta gam-

ma, prima che l'Aralac si trasformasse in una fibra sostitutiva.

La causa fu la mancanza di resistenza alla trazione, che portò una diminuzione della sua popolarità e infine alla cessazione della produzione negli Stati Uniti nel 1948. SNIA Viscosa ha continuato a produrre Lanital, ma con il nome di Merinova, fino alla metà degli anni '60 (Stenton et al., 2021).



Pubblicità del Lanital.

All'inizio degli anni 2000, con il sorgere e il diffondersi delle prime problematiche legate alla sostenibilità ambientale dovuta ad un uso eccessivo di materiali petrolchimici, sono stati riattivati le sperimentazioni con la fibra del latte e attualmente viene prodotta a livello industriale con il nome di Qmilk, dall'azienda omonima (The material of the future, 2018).

Proprietà della fibra

La fibra di latte è adatta al contatto diretto con la pelle, con le proprietà antibatteriche ed antimicotiche intrinseche del latte.

Il tessuto, al tatto è liscio e setoso, traspira e nello stesso tempo assorbe ben l'umidità poiché è proveniente da una fibra proteica di natura igroscopica come la lana. È indicato per la biancheria intima ed abbigliamento per bambini e neonati.

Per ottenere effetti diversi, la fibra può essere utilizzata in puro o miscelata con altre fibre; inoltre reagisce bene alle tinture. Essendo composto da un materiale organico è biodegradabile nel compost in poche settimane (DIN EN 14119) (The material of the future, 2018; Icardi, n. d.).

Requisiti per la vendita

In Italia quando si parla di latte destinato alla produzione e alla commercializzazione, si intende quello vaccino, ottenuto dalla mungitura regolare di animali gregari come la vacca, la bufala, la pecora, la capra e l'asina.

A seconda del numero e del tipo di lavorazioni a cui è sottoposto, il latte può essere: crudo è l'unico tipo che non ha subito alcun trattamento termico dopo la mungitura, per tanto il Reg. (CE) n°853/04 dedica un'intera sezione ai requisiti igienico-sanitari della sua produzione; il latte intero, parzialmente scremato e scremato ha subito almeno un trattamento termico e presentano un tenore di materia grassa rispettivamente maggiore o uguale al 3,5%, compreso tra l'1,5% e l'1,8% oppure pari allo 0,3%.

Partendo dalla produzione primaria, proseguendo con l'analisi degli standard sanitari degli animali, degli stabilimenti e delle operazioni di mungitura, il Regolamento Europeo indica le linee guida da seguire per ottenere un prodotto privo di rischi, idoneo per la vendita e il consumo (Petronelli, n. d.). Tuttavia, non tutto il latte prodotto risulta idoneo, in particolare gli allevamenti con latte non conforme per aflatossine si mantengono al di sotto dell'1% (Piano Latte Regione Lombardia 2019, 2019).

Produzione italiana

La produzione di latte vaccino è in lieve crescita nell'UE-27 (+0,5% nel periodo gennaio-settembre 2024), sostenuta dall'andamento positivo dei principali produttori, ovvero Francia Polonia e Spagna.

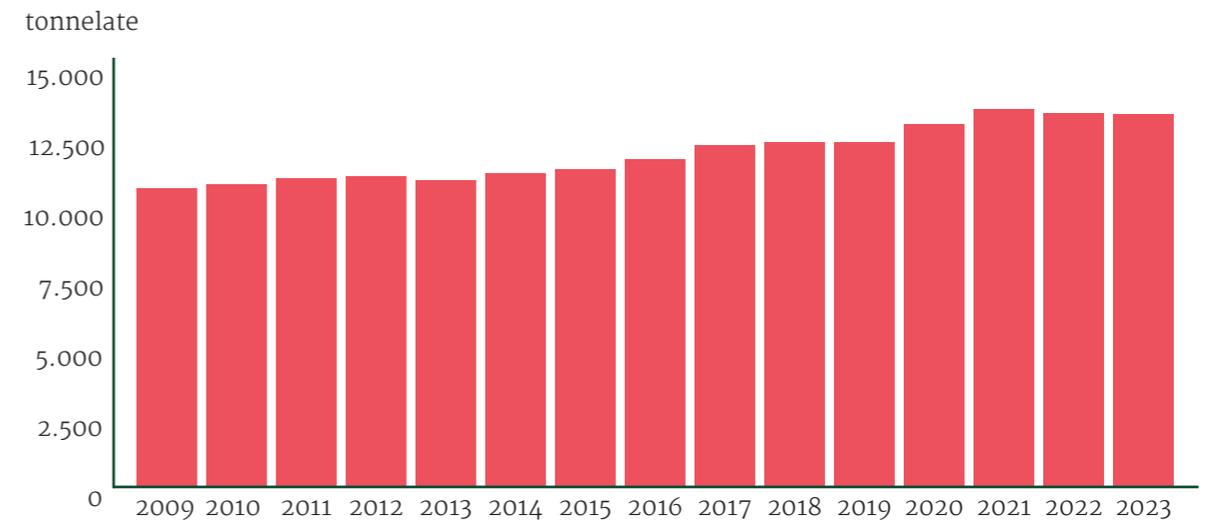
Nonostante le problematiche legate al clima, la produzione di latte è in crescita anche in Italia e, secondo i dati Agea, si registra un +1,3% rispetto a gennaio-settembre del 2023, chiuso alla fine con 12.910.696 ('000 tons) prodotte.

Lo storico delle consegne mensili degli ultimi anni mostra che l'andamento produttivo del latte non è costante

nel corso dell'anno, ma varia a seconda della stagione e delle temperature, nello specifico si ha un picco a marzo e uno a maggio, poi cala bruscamente fino ad agosto-settembre, quando si ha una risalita fino a fine anno (Tendenze e dinamiche recenti, 2024; CLAL, 2024).

In termini di qualità, ovvero valutando la quantità di proteine e di grassi presenti nel latte, si riscontra che dal gennaio 2021 a luglio 2024, l'Italia ha mantenuto livelli di grasso leggermente inferiori alla media europea, mentre le proteine si attestano attorno al 3,55% contro una media UE di circa 3,4% (CLAL, 2024).

In ottica di creare un tessuto con la



Le consegne annuali dal 2009 al 2023 delle tonnellate di latte consegnate. Si ha un aumento abbastanza costante fino al 2021, negli ultimi due anni si è verificata una leggera diminuzione. Source: CLAL.

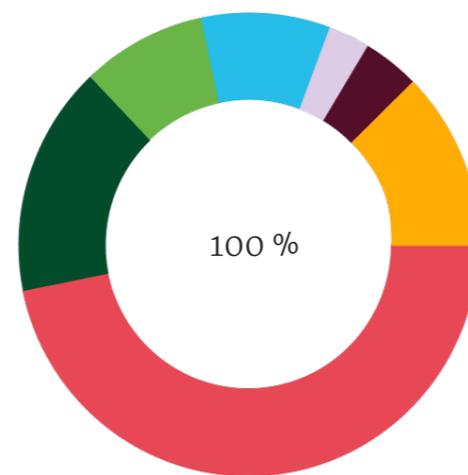
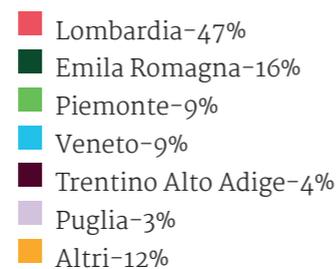
fibra del latte, i risultati sopracitati sono ottimali, poiché si ha una materia prima con maggiore quantità di proteine e minore di grassi, quindi è possibile ricavare più materiale. Ciò è possibile perché la fibra di latte è realizzata a partire dalla caseina, la principale proteina del latte.

Considerando le regioni italiane produttrici, la principale è la Lombardia con il settore con 47% del totale, seguita dall'Emilia Romagna (16%) e dal Piemonte e dal Veneto con una percentuale pari al 9% (CLAL, 2024).

Nel dettaglio, il Piemonte ha chiuso il 2023 con circa 1.2 milioni di tonnellate di latte consegnato: oltre 432 mila tonnellate (36%) è destinato alla produzione di formaggio. Inoltre, la produzione regionale è concentrata nella provincia di Cuneo (55%), seguita da Torino (22%) (CLAL, 2024).

Focalizzandosi sulle prospettive future, l'aumento di produzione è previsto anche nel 2025 che, proseguendo con l'attuale ritmo, potrebbe superare i 13 milioni di tonnellate sfiorando il record produttivo del 2021 e riportando il grado di autoapprovvigionamento sopra l'80% (Tendenze e dinamiche recenti, 2024).

Percentuale di latte prodotto dalle varie regioni italiane. Source: CLAL.



Proprietà della fibra

Il processo di produzione del Lanital prevedeva la separazione del siero, la parte grassa del latte, dalla caseina. La caseina è il principale amminoacido, costituendo l'80% del contenuto proteico dell'alimento, è insolubile in acqua, in acidi e alcol, mentre può essere solubilizzata in soluzioni basiche come quelle di idrossido di sodio o ammonio. Questo passaggio risultava fondamentale per produrre un materiale filabile.

Trentacinque litri di latte scremato producono 1 kg di caseina

(M. Kiron, 2021)

Per aumentare la viscosità, la soluzione di caseina veniva lasciata "maturare" prestando attenzione all'ossidazione e alle infezioni batteriche. Successivamente veniva estrusa in un bagno coagulante che conteneva acido solforico e sali come i solfati di sodio, alluminio, magnesio. Per migliorare la tenacità, la fibra grezza veniva sottoposta ad un trattamento di reticolazione in bagni acidi di formaldeide, attualmente non è più in uso visto che è molto inquinante.

Oggi, la fibra viene prodotta attraverso una tecnica di filatura a umido, che

prevede il pompaggio della soluzione di caseina ad alta pressione attraverso uno spinnaret, una sorta di filtro metallico che può assomigliare a un soffione. La soluzione, che passa attraverso questi fori, viene immersa in una soluzione di acido e acqua. L'acido neutralizza gli alcali che ha sciolto la caseina e le piccole fibre vengono quindi stirate e filate, pronte per l'impiego nelle consuete macchine tessili (Icardi, n. d; Kiron, 2021).

45,36 kg di latte producono 1,36 kg di fibra di latte, corrispondenti a circa sei magliette

(M. Kiron, 2021)

Limiti del sistema

In sintesi, dal punto di vista teorico l'idea di realizzare un sistema nel torinese per trasformare il latte scartato, o comunque non adatto al consumo umano, in una fibra proteica a partire dalla caseina, era interessante. Tuttavia, le difficoltà affrontate per cercare di realizzarla, si sono mostrate sin da subito.

Uno dei principali problemi incontrati è stato, ad esempio, la mancanza di dati attendibili e completi sugli agricoltori attivi in Piemonte.

La frammentazione delle attività agricole e casearie ha reso difficile seguire quantitativamente il latte scartato non più vendibile prodotto in zona. Inoltre, su questo tema la normativa igienico-sanitaria prevede divieti sullo smaltimento del latte non idoneo al consumo.

In concomitanza alla fibra del latte, è stata portata avanti una seconda strada che punta a creare una fibra tessile a partire da una pianta invasiva presente sul territorio torinese.

Successivamente ipotizzare un sistema produttivo al fine di valorizzare tutte le parti della pianta.

Fibre tessile a partire da una pianta invasiva

Una delle principali cause del declino della biodiversità globale è la presenza e lo sviluppo di specie invasive, anche note come specie esotiche o alloctone. Nell'ambito vegetale, si definisce aliena una specie introdotta dall'uomo in una diversa area, fuori dal suo ambiente naturale. La pianta può trovare condizioni favorevoli per la sua crescita e sviluppare strategie per adattarsi al nuovo contesto, diventando esotiche. Una volta invasiva, la specie può danneggiare gli ecosistemi, riducendo la biodiversità e causando problemi economici e sanitari (Le specie vegetali esotiche invasive, n. d.).

La Regione Piemonte ha stilato delle liste sulle specie esotiche che determinano o potenzialmente potrebbero determinare criticità, al fine di controllare e gestire la flora nel territorio. La Management list comprende le specie esotiche che sono presenti in maniera diffusa nella regione e per le quali le misure di eradicazione non sono più attuabili. La Action list raccoglie le piante invasive che hanno una diffusione limitata e per cui sono ancora applicabili misure di contenimento. Infine, è presente una Warning List delle specie che possono diventare invasive (Le specie vegetali esotiche invasive, n. d.).

Per la realizzazione della fibra sono

state selezionate cinque piante tra la Management List e la Action List, nella speranza che questo progetto un domani possa essere una soluzione utile per contrastare e contenere il problema dell'invasività di una specie.

Non tutte le piante sono adatte a produrre fibra e non tutti i tipi di fibre si possono utilizzare nel settore tessile.

Le specie utilizzate per la produzione di fibre tessili possiedono specifiche caratteristiche che ne determinano la qualità e l'idoneità allo scopo. Ad esempio, il contenuto di cellulosa nella pianta influisce significativamente sulla resistenza e sulla lavorabilità del tessuto, infatti una alta percentuale del polisaccaride conferisce alla fibra maggiore tenacità, durabilità e leggerezza. La cellulosa è spesso mischiata con altre sostanze come la lignina, il cui quantitativo ridotto facilita l'estrazione delle fibre e migliora la flessibilità del materiale finale. Inoltre, si valutano le proprietà intrinseche delle fibre come la resistenza meccanica, l'elasticità e la capacità di assorbire l'umidità (Felgueiras et al., 2021; Gholampour and Ozbakkaloglu, 2019). Le piante scelte hanno caratteristiche ottimali per provare a conseguire lo scopo designato.

Broussonetia papyrifera-Gelso da carta

Impatti 

Famiglia Moraceae

Fioritura Aprile- maggio

Origine

La specie è originaria dell'Asia orientale ed è stata importata in molti paesi come pianta ornamentale e per il suo uso nell'industria della carta. Oggi è invasiva e crea problemi di conservazione e di salute pubblica, in particolare in India e negli Stati Uniti, Pakistan. In Francia e in Italia è arrivata nel XVIII secolo e si è naturalizzata nel XIX secolo (CABI, 2019; InfoFlora, 2022).



Identificazione

Questo arbusto o albero, alto fino a 15 metri ma generalmente non oltre i 10, ha corteccia chiara e rami pubescenti. Le sue foglie, semplici e a margine seghettato, variano in forma e sono scabre sopra e pubescenti sotto.

La pianta è dioica, con fiori unisessuali: quelli femminili sono piccoli e globosi, quelli maschili pendenti. Fiorisce tra aprile e maggio e produce frutti pubescenti di colore giallo-arancione, maturi a fine estate.

Biologia & ecologia

Broussonetia papyrifera è una specie pioniera dei climi caldi e umidi. Tuttavia, ha una vasta gamma ecologica. S'insedia facilmente e si stabilisce negli ambienti disturbati, e ha bisogno di sole e precipitazioni in abbondanza per crescere.

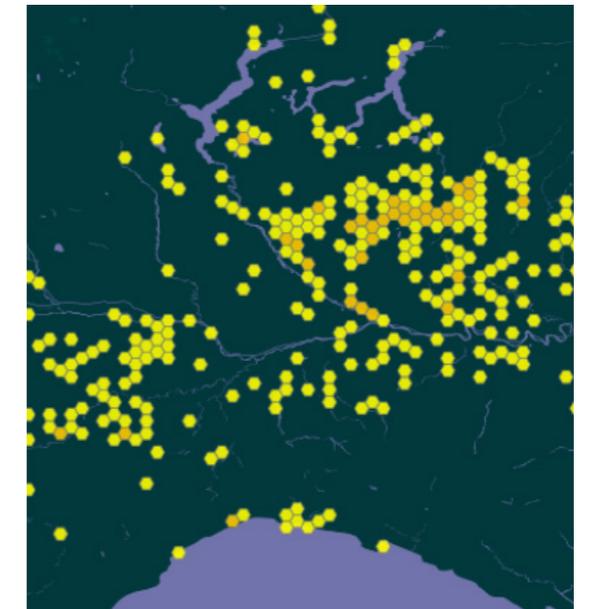
Compete con altre specie in modo efficace per l'accesso alle risorse. Nella regione, la specie raggiunge raramente l'altezza osservata nella sua area d'origine (circa 15-20 m) ed è meno vigorosa.

Ambiente

Cresce a basse altitudini in ambienti antropizzati e lungo i corsi d'acqua. Ha bisogno di molto sole (specie termofila) e di terreni umidi e drenati (InfoFlora, 2022).

Distribuzione

In Italia è segnalata in quasi tutte le regioni e in particolare in Friuli-Venezia Giulia, Lombardia e Piemonte.



Bambuseae-Bambù

Impatti 

Famiglia Poaceae

Fioritura Si verifica in modo imprevedibile con cicli di parecchi decenni



Origine

Le specie presenti nate in modo spontaneo sono tutte originarie dell'Asia orientale, da dove sono state introdotte principalmente a scopo ornamentale e come curiosità botanica, rivestendo invece un ruolo marginale per la realizzazione di prodotti in materiale vegetale. Attualmente sono diffuse le sue applicazioni in vari campi industriali, in primis va ricordato l'uso nell'edilizia, nel settore tessile e manifatturiero per le proprietà antibatteriche e traspiranti intrinseche della pianta e nell'oggettistica d'arredo per la casa (Bambuseae Kunth ex Dumort, 2020).



Identificazione

Tutte le specie di bambù sono piante erbacee perenni graminoidi e sempreverdi, a seconda della specie alte da circa 50 cm a 3 m. I fusti hanno sezione più o meno cilindrica e nodi evidenti; sono ramificati nella parte medio-alta. Le foglie sono semplici, dotate alla base di una guaina. La fioritura è un evento eccezionale: si verifica in modo imprevedibile con cicli di parecchi decenni fino a oltre un secolo.

Biologia & ecologia

I bambù si riproducono per via vegetativa attraverso un rizoma sotterraneo nodoso, da cui ogni anno emergono nuovi culmi. L'espansione varia tra le specie e porta spesso a popolamenti monospecifici densi. La diffusione spontanea è generalmente causata da coltivazioni abbandonate o popolazioni non più contenute, soprattutto per le specie di piccola taglia, che possono derivare da rifiuti verdi.

Ambiente

Gli ambienti invasi si trovano vicino a zone urbanizzate o rurali, e molte specie tollerano un ristagno idrico moderato nel suolo.

Distribuzione

I bambù si trovano, sia per frequenza che per diversità di specie, nella fascia collinare e, in misura minore, in quella prealpina. Di seguito le principali specie.

Asclepias Syriaca-Pianta dei pappagalli

Impatti



Famiglia Apocynaceae

Fioritura Giugno -agosto



Origine

È una specie proveniente dall'America settentrionale, introdotta a scopo ornamentale in Europa nel XVIII secolo. È stata coltivata intensivamente nella seconda metà del XIX secolo, come pianta mellifera, ornamentale, da fibra tessile e da carta, mentre i peli dei semi sono stati usati come imballaggio e per imbottire giubbotti di salvataggio. Dal 1950, la sua coltivazione è stata poi abbandonata (Scheda monografica *Asclepias Syriaca*, 2018).



Identificazione

Pianta erbacea perenne, legnosa alla base, alta 1-2 m e produttrice di lattice bianco. Il fusto è robusto, eretto e coperto da peli lanuginosi. Le radici a rizoma sono striscianti e superficiali, mentre le radici verticali possono raggiungere oltre 3 m di profondità. Le foglie opposte, ovato-lanceolate, sono grandi e coperte da peli bianchi corti sulla pagina inferiore. I fiori, pedunculati e riuniti in ombrelle apicali o nelle ascelle fogliari superiori, sono profumati, nettariiferi e di colore porpora-rosato con sfumature verdastre alla base.

Biologia & ecologia

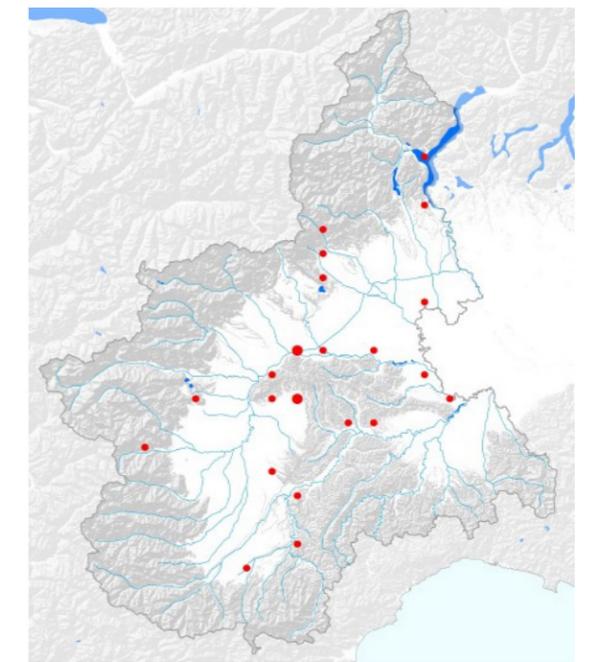
Cresce in luoghi e argillosi o sabbiosi, mediamente ricchi di nutrienti, in piena luce o ombra leggera, ma si adatta sia a pH acidi che basici e sopporta siccità, salinità del suolo, elevati livelli di insolazione e temperature elevate.

Ambiente

Si trova in habitat semi-naturali o antropizzati, ma anche in prati mesofili, vicino ai corpi idrici, in aree umide e ai margini dei boschi.

Distribuzione

Attualmente non è una pianta invasiva. In Piemonte e in altre regioni del nord è considerata naturalizzata.



Pueraria Lobata-Kuzdu

Impatti  

Famiglia Fabaceae

Fioritura Luglio -agosto



Origine

Originaria della Cina, si tratta di una specie neofita, introdotta in Europa a scopo ornamentale nel 1878 e un decennio dopo in Italia. In passato è stata anche coltivata come foraggera e a scopo anti-erosivo, pratica abbandonata non appena se ne è constatata l'invasività; presente nell'Orto Botanico di Torino nel 1901, la prima segnalazione come pianta spontanea risale al 1986 a Fondo Toce (VB) (Scheda monografica *Pueraria lobata*, 2024).



Identificazione

Questa pianta lianosa è una rampicante perenne, decidua e semi-legnosa, con lunghi rami pubescenti che si avvolgono su altre piante e strutture, formando un intrigo denso. Le radici sono semi-legnose e i tuberi possono raggiungere i 10 cm di diametro e 10 kg di peso, accumulando sostanze di riserva. Le foglie, alterne e composte da tre segmenti lobati, sono pubescenti e lunghe 10-18 cm. I fiori, profumati e violetto-porpora con una macchia gialla centrale, sono riuniti in grappoli di 10-25 cm. I frutti, simili a legumi pelosi, misurano 4-10 cm, sviluppandosi solo sui rami rampicanti

Biologia & ecologia

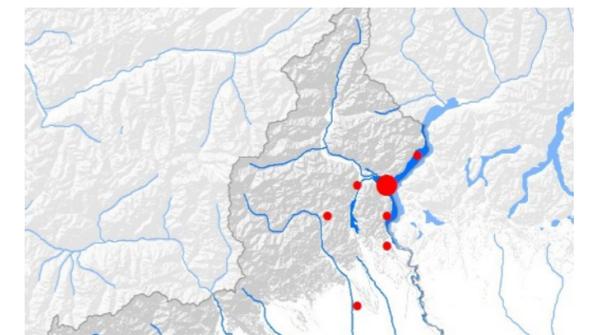
: È sensibile alle basse temperature e all'aridità climatica. Le maggiori infestazioni corrispondono a territori con precipitazioni medie annue superiori a 1000 mm e temperature medie estive superiori a 27°C. La sua presenza è invece limitata quando le precipitazioni annue sono inferiori a 800 mm e le temperature medie annue prossime

alla soglia di 2.5°C. È in grado di adattarsi a un'ampia varietà di suoli, da silicei a calcarei, da umidi a secchi. Non sopporta per contro suoli con ristagno idrico, temperature molto basse, zone ombreggiate.

Ambiente

Predilige posizioni ben soleggiate e calde, spesso ai margini dei boschi, dove trova sostegni su cui arrampicarsi. Si diffonde per lo più lungo infrastrutture e lungo i fiumi; è presente presso giardini e in appezzamenti di colture o cascine abbandonate. Dai siti di colonizzazione si spinge poi anche all'interno di formazioni naturali anche arboree.

Distribuzione



Arundo Donax-Canna comune

Impatti 

Famiglia Poaceae

Fioritura Luglio -ottobre



Origine

L'Arundo Donax è una pianta diffusa di origine non chiara, probabilmente proveniente dall'Asia, ma è una specie archeofita, già presente nel bacino del Mediterraneo all'inizio del XV secolo e oggi è presente nelle zone temperate tropicali di quasi tutto il mondo. Esistono almeno altre quattro specie della tassonomia Arundo presenti nell'area mediterranea: *A. plinii* L., *A. collina* Ten., *A. mediterranea* e *A. micrantha* Lam. Infatti, ci sono testimonianze di Teofrasto e Plinio il Vecchio che descrivono la pianta e i suoi utilizzi, narrando di una coltura antica di millenni. Ancora oggi è coltivata per il controllo dell'erosione, come barriera antivento, come biomassa per la produzione energetica e come ornamentale. (Scheda monografica Arundo Donax, 2021; Arundo Donax L. - Canna domestica, 2020; Dryades, n. d.).



Identificazione

È una pianta erbacea perenne e sempreverde, che può arrivare ai 7 m di altezza. I robusti culmi (fusti), hanno sezione cilindrica e nodi evidenti come nel bambù.

La disposizione alternata delle foglie sul fusto è caratteristica, con le lamine disposte su un singolo piano, in due ranghi distinti a destra e sinistra del culmo.

I fiori sono riuniti in una pannocchia terminale densa fusiforme (Scheda monografica Arundo Donax, 2021).

Biologia & ecologia

Si riproduce vegetativamente tramite un robusto rizoma nodoso e articolato, da cui emergono ogni anno nuovi culmi. Anche frammenti di rizoma o di fusto che toccano un substrato favorevole possono radicare.

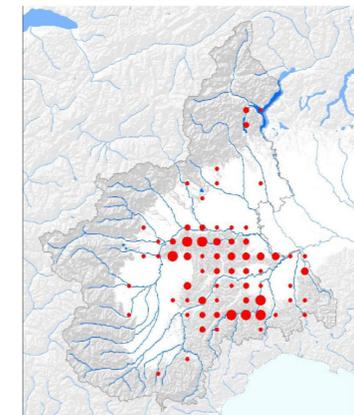
I semi, invece, sono non vitali. *A. donax* è molto tollerante, ma non sopravvive a grandi altitudini o in climi con frequenti gelate invernali, preferendo zone ripariali, bordi dei campi e terreni incolti, dove può formare popolamenti densi.

Ambiente

Cresce su terreni umidi e freschi lungo gli argini di fiumi, torrenti e fossati, in aree sabbiose ripariali, sui margini di campi coltivati, in ambienti antropizzati.

Distribuzione

È diffusa nei territori a clima temperato e tropicale, diventando spesso naturalizzata e/o invasiva. In Piemonte è alloctona invasiva.



*Viene mantenuta la possibilità di coltivarla in ambiti di pianura caratterizzati da agricoltura intensiva, ad eccezione delle fasce di pertinenza fluviale e intorno di zone umide, seguendo le indicazioni gestionali riportate in scheda monografica regionale

Selezione pianta

La scelta della pianta non è stata semplice poiché tutte le specie proposte sono idonee. Si è quindi proceduto andando ad esclusione.

Dato che l'obiettivo è creare una fibra tessile nella provincia di Torino, la Pueraria Lobata, diffusa nelle zone limitrofe al Lago Maggiore, è stata scartata. Inoltre, l'eventuale coltivazione della pianta sarebbe stata difficile da gestire poiché ha grandi impatti sulla fauna e sulla flora dove è insediata, riducendo la diversità di piante e animali (Scheda monografica Pueraria lobata, 2024).

Durante la seconda metà del XIX secolo l'*Asclepias syriaca* è stata coltivata per la sua fibra, nella produzione di carta e tessuti, tanto da venire soprannominata "Albero della seta". Presto si scoprì che il suo impiego più redditizio era l'uso dei semi per le imbottiture e per i materiali isolanti, piuttosto che i tessuti. Tuttavia, intorno al 1950 è stata interrotta la sua coltivazione per una serie di fattori come l'avvento delle fibre plastiche e la bassa resa produttiva della pianta (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 1998; Scheda monografica *Asclepias syriaca*, 2018).

Il Bambù e l'*Arundo Donax* hanno molte caratteristiche e impieghi affini, tanto che è facile confonderli per i non esperti, ma il bambù è già utilizzato e diffuso nella produzione di tessuti e di veri e propri capi di abbigliamento. Invece, la canna comune è stata testata per la produzione di rayon tra gli anni 30' e 60' sotto il progetto Autarchia promosso da SNIA Viscosa. Le sperimentazioni sono state bloccate per l'avvento dell'industria petrolchimica e per l'utilizzo di materiali tossici molto inquinanti usati nel processo produttivo del rayon (Danelli, 2020; Stenton et al., 2021).

La scelta della pianta è stata dettata dalla curiosità di scoprire che cosa avrebbe prodotto questo materiale "di nicchia". Inoltre, l'*Arundo Donax* è una specie presente nella Management List con priorità di intervento e lo sviluppo di questo progetto potrebbe essere una soluzione per risolvere il problema.

La *Broussonetia papyrifera* non ha questa imminente necessità di azione e per tale motivo non è stata presa, nonostante la sua fibra sia ampiamente utilizzata nella realizzazione della carta di qualità e talvolta è stata utilizzata per produrre tessuti soffici al tatto.



Arundo donax

06

PERSONAS

ALICE



Età: 35

Residenza: Lione, Francia

Professione: Biologa

Attenta

Razionale

Protettiva

Affidabile



ENFANT TERRIBLE
pretty goods for fancy people



“La natura offre tutto ciò di cui abbiamo bisogno per crescere i nostri figli: dobbiamo imparare a rispettarla”.

Personalità



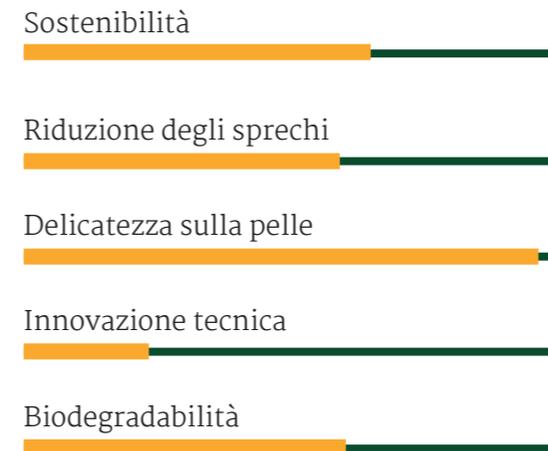
Obiettivi

- Proteggere la salute e il confort del figlio
- Trovare tessuti naturali e ipoallergenici
- Usare vestiti che rispettino l'ambiente

Pain points

- Preoccupazione per l'esposizione del bambino a sostanze chimiche nei tessuti
- Scarsa offerta di capi sostenibili a prezzi accessibili

Goals motivazionali



Abitudini

- Cerca prodotti sicuri per il bebè e partecipa a gruppi di mamme che condividono informazioni

ERIK



Età: 31

Residenza: Kampala, Uganda

Professione: Volontario ONG

Pratico

Idelista

Sincero

Risoluto



“Le soluzioni migliori si trovano spesso nei materiali che pensiamo siano inutili. Qui, in Africa, stiamo trasformando gli scarti in risorse”.

Personalità



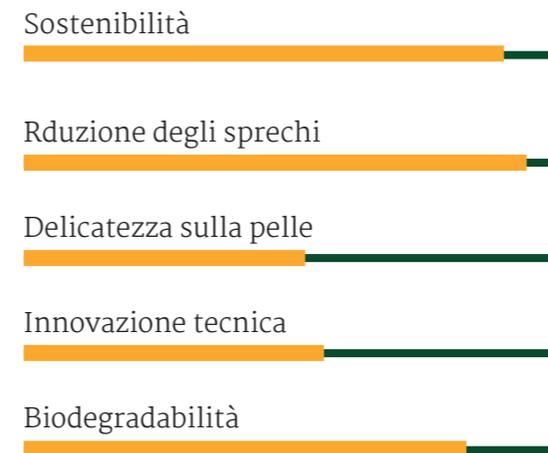
Obiettivi

- Valorizzare la manodopera del posto
- Ridurre gli sprechi attraverso l'uso di scarti
- Educare le comunità sull'importanza della sostenibilità per favorire l'innovazione

Pain points

- Mancanza di finanziamenti, infrastrutture e tecnologie adeguate
- Avversione iniziale delle comunità a provare nuovi metodi di lavoro

Goals motivazionali



Abitudini

- Lavora con le comunità locali e organizza workshop per insegnare nuove tecniche di produzione di fibre

MARTINA



Età: 24

Residenza: Milano, Italia

Professione: Studentessa di economia

Pragmatica

Impulsiva

Ambiziosa

Socevole

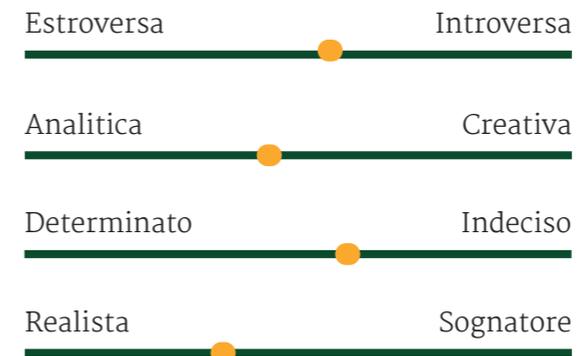
Reformation

STELLA
MCCARTNEY



“L’industria della moda ha bisogno di grandi trasformazioni. Credo che un approccio sostenibile possa rappresentare un’opportunità per il futuro del mercato.”

Personalità



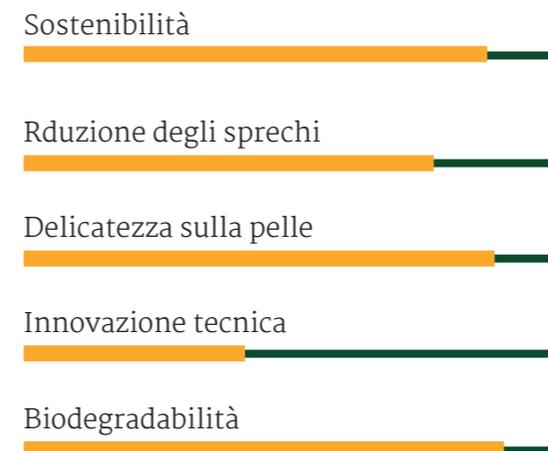
Obiettivi

Coniugare stile e sostenibilità nella moda
Essere ambasciatrice digitale di un consumo responsabile nel mondo della moda

Pain points

Prezzi elevati per prodotti sostenibili
Difficoltà a trovare brand che garantiscano trasparenza e certificazioni etiche

Goals motivazionali



Abitudini

Preferisce acquistare capi iconici e sostenibili o affittarli tramite app di noleggio di borse e abiti

ALBERTO



Età: 41

Residenza: Valencia, Spagna

Professione: Trainer e coach olistico

Vegano

Salutista

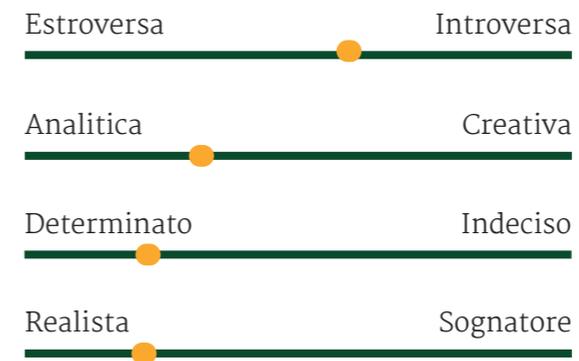
Energico

Preciso



“Il benessere è fisico e mentale. Per prenderci cura degli altri, dobbiamo prima coltivare ciò che ci fa stare bene, circondandoci di positività e armonia.”

Personalità



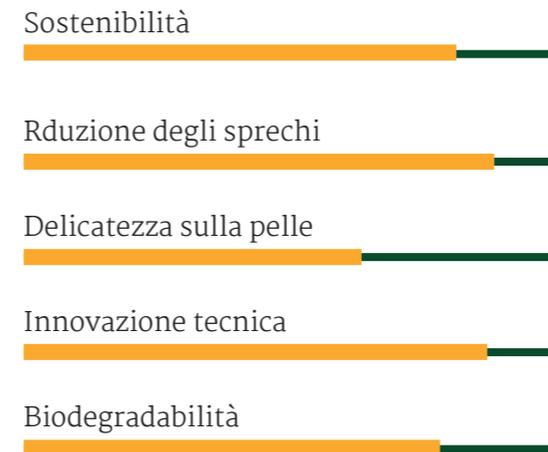
Obiettivi

- Promuovere uno stile di vita sano
- Migliorare il benessere fisico e mentale
- Utilizzare capi resistenti e traspiranti per l'attività fisica, evitando fibre sintetiche

Pain points

- Scarso supporto tecnologico per monitorare il benessere in modo olistico
- Mancanza di consapevolezza sull'importanza dell'approccio olistico allo sport
- Difficoltà nel trovare marchi di alimentari realmente naturali e sostenibili

Goals motivazionali



Abitudini

- Testa e promuove nuove tecnologie nel campo tessile che combinano performance e sostenibilità

07

CONCEPT

Definizione concept

Il punto di partenza è l'esplorazione del what if: cosa succederebbe se i vestiti avessero una data di scadenza?

Questo spunto speculativo ha guidato la progettazione verso soluzioni che considerano il ciclo di vita completo dei capi, dall'origine dei materiali fino al loro smaltimento o reintegrazione nell'ambiente.

L'idea di un "vestito con scadenza" introduce una prospettiva innovativa: un capo che si biodegrada naturalmente al termine della sua vita utile, riducendo drasticamente l'accumulo di rifiuti tessili e offrendo una risposta concreta alla problematica dell'inquinamento nel settore della moda.

Dopo le riflessioni sulle fibre tessili e dall'analisi delle diverse possibilità, è stato possibile definire il concept del progetto. Tra le varie considerazioni ci sono lo studio della fibra proteica proveniente dalla caseina del latte e l'analisi mirata sull'Arundo donax,

una pianta alloctona invasiva diffusa in Piemonte. Si è deciso di optare per questa pianta per il suo costante flusso di crescita che permette la coltivazione e di conseguenza la lavorazione tutto l'anno.

La scelta dell'Arundo donax è dettata dalla volontà di rispondere al problema ecologico che rappresenta la diffusione delle piante invasive contribuendo così alla gestione del territorio e alla conservazione della biodiversità.

Il concept nasce non solo dall'uso dell'Arundo donax come materia prima di un nuovo filato ma anche dall'approccio sistemico adottato nella sua realizzazione.

Si vuole valorizzare il territorio, ponendo l'attenzione sull'intera catena produttiva per coinvolgere gli attori locali e seguire i principi dell'economia circolare.

Creare un filato a partire da una pianta invasiva in Piemonte e sviluppare, a livello locale, il processo produttivo sistemico.

08

ARUNDO DONAX

La pianta

La pianta dall'Arundo donax, si presenta come una nodosa canna erbacea con uno strutturato stelo, foglie distiche e alterne ed un robusto rizoma tuberoso, tanto da ritenere che facesse parte della categoria delle fibre liberiane. Le fibre liberiane sono quelle ricavate dal tessuto connettivo presente nella corteccia interna (o "libro") dello stelo delle piante.

Per sviluppare un filato a partire dall'Arundo donax, è necessario comprendere i processi per trasformare la specie in fibra tessile a partire dalle peculiarità della stessa. (Scheda monografica Arundo Donax, 2021).

Come la canapa, il bambù, le ramie e la juta, cresce rigogliosa nei luoghi marginali della città, in diverse fasce climatiche senza l'utilizzo di pesticidi. Questo tipo di fibra è caratterizzato da una composizione che include principalmente cellulosa, ma anche lignina e pectina in misura variabile a seconda della specie di origine. Il polisaccari-

de conferisce a queste fibre proprietà di resistenza e flessibilità, mentre la lignina e la pectina possono influenzare la rigidità e la capacità di assorbimento dell'umidità (The Sustainable Angle, 2020). A sopportare la tesi, vi è l'appartenenza della specie alla stessa famiglia del bambù, le Poaceae (Scheda monografica Arundo Donax, 2021).



Arundo donax

Usi

L'Arundo donax è una specie conosciuta da millenni, infatti si narra che già gli antichi Egizi utilizzassero le foglie per coprire i defunti durante le cerimonie funebri (Al-Snafi, 2015; Vivere in campagna, 2023).

Nella tradizione contadina l'Arundo donax è stato ampiamente utilizzato per gli impieghi più disparati. Il culmo poteva essere usato per la recinzione delle proprietà o per la costruzione dei soffitti delle abitazioni. Rappresentava anche un'ottima materia prima per creare i giocattoli per i più piccoli. Inoltre, si presta bene per la costruzione di strumenti musicali, come il famoso flauto di Pan o il comune piffero. Sempre in ambito musicale, si è rilevato particolarmente adatto per la produzione di ance per i legni. Le foglie potevano essere intrecciate per creare corde o contenitori. La pianta è stata apprezzata per le sue qualità curative, infatti, era ottima per gli infusi e per le farine (Al-Snafi, 2015; Vivere in campagna, 2023).

Storicamente, durante il periodo autarchico italiano tra gli anni '30 e '60, l'Arundo donax è stata al centro di un'importante iniziativa industriale volta a ridurre la dipendenza dalle importazioni di materie prime. In questo

contesto, la SNIA Viscosa avviò coltivazioni intensive della pianta in aree bonificate, come la Bassa Friulana, dove sorse lo stabilimento di Torviscosa, un centro dedicato alla produzione di rayon (Barozzi, 2018).

Recentemente, l'interesse economico per questa specie è tornato a crescere grazie ai numerosi settori di applicazione della coltura: bioenergia, agronomia e fitorisanamento. L'elevata resa in sostanza secca per ettaro e i bassi input richiesti per la coltivazione fanno dell'A. donax una promettente coltura energetica, in particolare i trucioli e il pellet sono ideali per la combustione diretta. Altre possibilità sono la gassificazione, la pirolizzazione per creare il bioetanolo di seconda generazione e il biogas per la cogenerazione. Potenziali vantaggi includono la produzione di biocarburanti, di biocomposti per i polimeri plastici e l'elevata concentrazione di proteine delle foglie è un ingrediente per i mangimi (Pilu et al., 2013; Danelli, 2020).

La capacità di A. donax di crescere su aree abbandonate e marginali, dove vi è povertà d'acqua o una scarsa qualità del suolo, rende questa pianta ideale per la coltivazione su terreni non adatti all'agricoltura tradizionale. Per queste caratteristiche, l'Arundo Donax non è "in competizione" con le altre colture alimentari (Danelli, 2020).

Storia del rayon

Il primo studioso che ha provato a realizzare una fibra tessile artificiale fu l'inglese R. Hooke, trasformando in fili adatti alla filatura una materia artificiale molto simile alla seta.

Nel 1842 il tessitore di seta L. Schwabe, ipotizzò di trafilare delle sostanze speciali attraverso fori sottili, ma la realizzabilità di tali ipotesi, sarebbe sorta solo in seguito alle scoperte della nitrocellulosa (anno 1845) e all'impiego nella produzione della celluloida (1865).

G. Andemars, di Losanna, nel 1855, in Gran Bretagna prese il primo brevetto per la trasformazione della nitrocellulosa in filamenti denominati "seta artificiale".

Nel 1883, J. W. Swan, brevettò un processo con cui si ottenevano filamenti per l'industria tessile, partendo dalla trafilatura del collodio nell'acido acetico e risolvendo in parte all'inconveniente della grande infiammabilità della nitrocellulosa, procedendo con il processo di denitrificazione con solfidrato ammonico.

Nel 1857 E. Schweitzer scoprì che la cellulosa si scioglie nella soluzione cuproammoniacale che ora porta il suo nome (liquido di Schweitzer), utilizzato poi nel 1881 dal Crookes nella preparazione di fili in una soluzione di cellulosa, nel medesimo liquido.

Probabilmente però, il protagonista principale a cui attribuire il merito di aver portato la produzione della seta artificiale dalla fase sperimentale a quella industriale, è il conte L.-M.-H. Bernigaud de Chardonnet, il quale, all'École Polytechnique, presso cui era stato allievo del Pasteur quando quest'ultimo eseguiva le sue famose ricerche sulle malattie del baco da seta, fece i primi tentativi di fabbricazione già nel 1878.

Il 17 novembre del 1884 prese il brevetto per un prodotto che, per ridurre l'intrinseca infiammabilità, veniva denitrificato, trasformando la nitrocellulosa nuovamente in cellulosa.

Il conte, nel 1884 costituì a Besançon (suo paese nativo), una società anonima, che perfezionava il processo di produzione e creava le prime macchine di filatura, antenate di quelle attualmente in uso.

Superate le grandi difficoltà tecniche iniziali di tale industria, la produzione era in forte ripresa e dall'anno 1895, fu possibile aprire una nuova fabbrica in Svizzera. Contemporaneamente vennero introdotti altri processi che miravano a eliminare i principali inconvenienti del processo Chardonnet, tra cui l'alto costo di produzione e l'infiammabilità del prodotto.

Fu poi Fr. Lehner, già dipendente nelle fabbriche dello Chardonnet, che brevettò nel 1890 e nel 1894 un processo che migliorava il procedimen-

to di Chardonnet, realizzando anche nel 1894 la seconda fabbrica svizzera, quella di Glattburg.

Il procedimento di produzione al cuprammonio, venne brevettato nel 1890, dal chimico francese L.-H. Despeissis, che era simile a quello brevettato nel 1882 dal Weston.

Seguirono, nel tempo, vari perfezionamenti al procedimento di Despeissis, che vennero brevettati da M. Frémery, J. Urban della Rheinische Glühlampen Fabrik Dr. Max Frémery e C. di Oberbruch presso Aquisgrana.

Nel 1902 venne fondata a Parigi la società "La soie artificielle" che poi si insediò con stabilimenti a Givet e Izieux, in Austria (Sankt Pölten) e in Inghilterra (Flint).

Il rayon al cuprammonio, diventò ben presto un valido concorrente della seta prodotta col metodo Chardonnet, per il suo minor costo di produzione; fintanto che fece la sua apparizione sul mercato, il rayon alla viscosa, che risultava essere ancora più economico nel suo processo di produzione.

Il 1882 vide la nascita del processo alla viscosa, a seguito degli studi compiuti dal da Ch. Fr. Cross (v.), E. I. Bevan e Cl. Beadle sull'alcalicellulosa, ma solo nell'anno 1891 avvenne la scoperta della viscosa, con i primi brevetti negli anni 1892-96,

Si ritiene che le prime fabbricazioni di fili di viscosa siano riconducibili a Chardonnet, già nel 1892, mentre nel 1895 C. H. Stearn (collaboratore dello Swan) e C. Topham sperimentarono la filatura della viscosa anche per scopi diversi dall'industria dell'abbigliamento, quale la fabbricazione dei filamenti delle lampade elettriche e reticelle per lampade a gas.

In diversi paesi europei, si sviluppò la produzione di filati di rayon e viscosa e in Francia, nel 1900, nacque la Société Française de la Viscose, che con ottimi profitti, riuscì a produrre il rayon viscosa, che nel 1903 venne trasformata, in fabbrica di viscosa, una fabbrica di sedie di Arques-le-Bataille (Dieppe), con l'avvio della produzione industriale, solo nel 1905.

Dal 1910 in poi, l'industria del rayon di viscosa divenne redditizia e nel 1912 cominciò a essere prodotto in grande quantità.

L'ultimo processo di produzione di filati a divenire industriale, fu il processo all'acetato, a seguito dei lavori dello Schützenberger e del Naudin.

Dal 1879, la fabbricazione industriale dell'acetato di cellulosa divenne possibile, quando il Francimont introdusse l'uso dell'acido solforico come catalizzatore.

Cross e Bevan, nel 1894 brevettarono un tetracetato di cellulosa solubile nel cloroformio, mentre nel 1901

l'Eichengrün riuscì a trasformare la cellulosa non idrolizzata in triacetato di cellulosa solubile nel cloroformio e insolubile nell'acetone. Spetta però a Miles la scoperta di una versione del prodotto, un nuovo acetato, direttamente solubile nell'acetone.

Gli acetati ottenuti da Eichengrün e da Miles presentavano elevate caratteristiche di solubilità in solventi a buon mercato e non velenosi, oltre a presentare grande stabilità.

I fratelli Dreyfus di Basilea nel 1911 ottennero per i primi un acetato insolubile nel cloroformio, ma solubile in acetone.

Il successo industriale del processo alla viscosa aprì finalmente la via a una grande e rapida estensione della produzione, rallentato dallo scoppio della guerra, in quanto alcuni impianti furono occupati per fini bellici, altri distrutti, altri ancora trasformati.

Contestualmente, la mancanza di fibre tessili naturali spinse a tentare la fabbricazione di nuove fibre tessili artificiali, fra le quali le "fibre corte" che la Germania utilizzò largamente.

Dalla comunanza delle tecniche di produzione di fibre tessili, sopraccitate, venne messa a punto il processo di produzione dell'acetato di cellulosa, usato anche come vernice per le ali degli aeroplani.

L'acetato solubile in acetone di H. Dreyfus venne adottato in Inghilterra

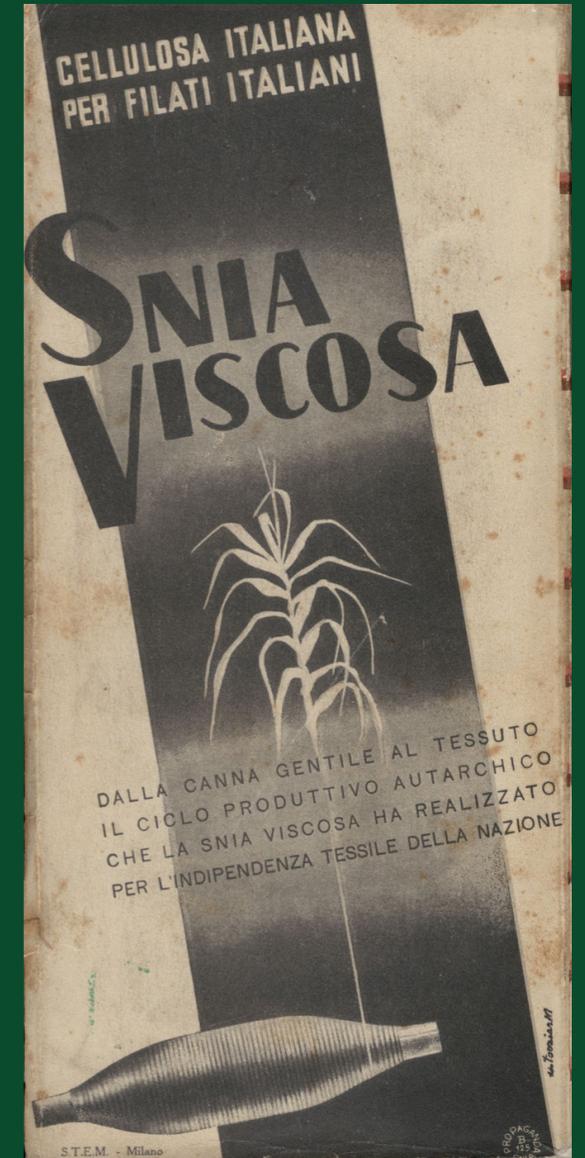
a preferenza degli altri e quel governo diede modo al Dreyfus d'impian- tare a Spondon degli stabilimenti per produrlo su vasta scala. Terminata la guerra, fu avviata la produzione del rayon all'acetato.

Parallelamente al Dreyfus, anche la Société Chimique des Usines du Rhône in Francia studiò la fabbricazione del rayon all'acetato, giungendo anch'essa a produrlo con la filatura a secco, cioè per evaporazione del solvente volatile (Rayon - Enciclopedia - Treccani, n.d.).

In Italia

Durante il fascismo, nello specifico nel periodo autarchico il rayon fu usato in Italia per una grande varietà di tessuti per sostituire o integrare le fibre naturali. L'Italia fu, in quel periodo, al primo posto fra i paesi esportatori di fibre artificiali, tanto da meritarsi il titolo di "regina del rayon". In quei anni la SNIA-Viscosa sollecitò l'aumento della coltivazione della "canna gentile", l'Arundo Donax, una pianta annuale, ricca di cellulosa, capace di ridurre le gravose importazioni dall'estero.

Al rayon vennero riservate vetrine e padiglioni delle principali fiere italiane, prime fra tutte, la Fiera di Milano e la concomitante Mostra di Torino. Per far conoscere il prodotto in tutto il paese, si ricorse ad una iniziativa speciale: "autotreno del rayon", ovvero quattro automotrici e tre rimorchi, al comando di una "Ardita". Avrebbero attraversato il paese per mostrare come in Italia esistesse un'industria solida, capace di offrire ai consumatori la possibilità; di vestir bene e di bene arredare la casa, senza che il bilancio familiare ne sia intaccato (Rayon - Enciclopedia - Treccani, n.d.).



Manifesto propagandistico del rayon prodotto da SNIA Viscosa. Credit: Archivio storico Fondazione Fiera Milano.

Processo produttivo

Il lyocell rappresenta una delle fibre cellulosiche più sostenibili, sviluppata come risposta alle problematiche ambientali associate alla produzione di rayon-viscosa. Questo materiale, derivato principalmente dal legno di faggio, eucalipto e bambù, è prodotto attraverso un processo innovativo che si basa sull'utilizzo di solventi non tossici e su un sistema di lavorazione a ciclo chiuso.

La produzione del lyocell inizia con l'estrazione della cellulosa dalla biomassa vegetale. La materia prima viene ridotta in trucioli di legno per facilitare la separazione dei componenti non cellulosici, come la lignina e le emicellulose. Questo processo di pretrattamento è fondamentale per ottenere una pasta di cellulosa pura e omogenea.

Una volta ottenuta la cellulosa grezza, essa viene disciolta in una soluzione di N-metilmorfolina-N-ossido (NMMO), un solvente amminico ciclico noto per la sua efficacia nel solubilizzare la cellulosa senza alterarne le proprietà chimiche di base.

La soluzione viscosa così ottenuta viene filtrata per rimuovere eventuali impurità, quindi spinta attraverso piccoli fori (filiera) in un bagno di co-

agulazione contenente una soluzione acquosa di ossido amminico. In questo stadio, le molecole di cellulosa si "riorganizzano", formando filamenti continui che vengono successivamente lavati, essiccati e preparati per l'uso industriale.

Questo processo si distingue per l'elevata efficienza: il solvente NMMO viene recuperato fino al 99%, riducendo al minimo gli scarti e le emissioni ambientali. Inoltre, rispetto ai processi di produzione di rayon, il metodo lyocell elimina l'impiego di sostanze altamente tossiche, riducendo così l'impatto negativo su lavoratori e ambiente (Shaokai et al., 2018).



Principale step del processo produttivo del Lyocell.

...e con l'Arundo donax?

Inizialmente, è stato ipotizzato di produrre la fibra di Arundo donax attraverso il processo produttivo del lyocell. Il motivo è duplice: si lavora con la cellulosa, il polisaccaride di cui la specie selezionata ne è ricca; in secondo luogo il processo produttivo del lyocell ha un basso impatto ambientale.

A supportare la tesi, c'è uno studio condotto da un'università canadese che ha provato a ridattare il processo produttivo del lyocell, alla canapa, analizzandone i limiti e le potenzialità. L'obiettivo dell'esperimento è trovare feedstock alternativi per esplorarne e migliorarne il processo.

I risultati hanno evidenziato che l'alto contenuto di lignina (16%) nella parte interna della canapa, hund, richiede trattamenti chimici aggressivi per la sua dissoluzione. Ciò causa una perdita della quantità di alfacellulosa utilizzabile, quindi è ottimale ridurre al minimo tale deficit per avere una resa maggiore.

La canapa, come le altre specie liberiane, ha proprietà di fitorisanamento del terreno, ovvero la capacità di assorbire gli inquinanti dal suolo e renderlo fertile. Data questa proprietà, i metalli assorbiti dalla terra possono catalizzare le reazioni, degradando il solvente e la cellulosa.

Nonostante i punti negativi appena citati, gli esperti hanno palesato la fattibilità dell'utilizzo della canapa in tale processo. Inoltre, hanno notato che mischiando lo stelo e l'hund, si ottengono migliori proprietà organolettiche nel materiale. Infine, hanno sottolineato che sono necessarie ulteriori ricerche per affinare il processo e auspicano in buoni esiti anche con altre materie prime (Lawson et al., 2023).

Sebbene non sia stato possibile effettuare test specifici sull'Arundo donax, sono stati intervistati diversi esperti del settore che hanno aiutato a definire meglio il processo produttivo della fibra tessile a partire dalla specie.

Un docente e ricercatore del Politecnico di Torino, Giulio Malucelli, esperto nella lavorazione di materiali, ha riconosciuto le potenzialità della pianta, affermando che sperimentazioni sul materiale potrebbero portare a risultati interessanti. Il professore ha argomentato spiegando che la lunghezza della fibra ricavata dopo la fase iniziale di decorticazione, influenza molto il risultato finale del manufatto che si vuole creare.

Di solito, per la categoria di fibre liberiane, le fibre lunghe permettono di

creare tessuti con maggiore qualità, mentre quelle corte sono più difficili da lavorare, quindi sono destinate alla produzione di corde e spagli. Il docente ha chiarito che, anche il modo in cui viene creato il filato, influisce sulla qualità del tessuto, sottolineando il fatto che è necessario testare per ottenere gli esiti desiderati.

L'idea è stata discussa anche con i rappresentanti di una nota azienda italiana con sede a Milano che si occupa da anni di fare ricerca e sviluppo sulla fibra di canapa e sulle fibre liberiane in generale.

Hanno suggerito come svolgere i test a livello domestico per lo step della stigliatura, senza l'ausilio della tecnologia. L'obiettivo è cominciare a comprendere il comportamento del materiale alle lavorazioni. In aggiunta, hanno dato la disponibilità ad effettuare la macerazione presso il loro stabilimento.

Per ultimo, è stato sentito il dottor Carlo Covini, in rappresentanza dell'azienda Lenzing, leader nel campo delle fibre tessili e specializzati nella produzione di lyocell.

Lui ha raccontato la sua esperienza nell'adattare il processo produttivo del lyocell al bamboo, specie molto simile all'Arundo donax.

Ha raccontato le sue difficoltà nell'estrazione della cellulosa e dei vari

metodi provati, usando anche la soda caustica. Questo idrossido era ampiamente utilizzato per la dissoluzione della cellulosa dagli altri nutrienti della pianta in modo semplice ed efficace. Tuttavia, il composto arreca danni all'ambiente, inquinando la qualità dell'aria e delle risorse idriche. Per tali motivi, si è cercato di limitarne l'uso, esplorando più sostenibili.

Ad ogni modo, nessuno tentativo condotto da Covini, l'ha soddisfatto completamente, poichè rimaneva sempre una quantità di lignina che andava ad inficiare sulla qualità del polisaccaride. Di conseguenza, ha ribadito che è necessario fare delle prove specifiche con la pianta che bisogna valutare bene tutti i nutrienti e i sali presenti nella specie, perchè possono influenzare la resa del materiale e la qualità finale della fibra.

Covini ha affermato che è possibile realizzare un filato, poi un tessuto, con l'Arundo donax, se la sua fibra viene messa in mischia, ovvero mischiata con altre fibre tessili come il cotone o il lyocell. La percentuale di Arundo donax contenuta nel tessuto varia a seconda della qualità della fibra di partenza. Si stima che, attraverso un processo industriale di lavorazione della fibra, la quantità di Arundo donax nel tessuto finale possa essere intorno al 20%.

Sperimentazione a livello domestico

Stigliatura

La sperimentazione incomincia dall'identificazione del materiale: la specie cresce in luoghi antropizzati, ai margini delle carreggiate, vicino ai corsi d'acqua e lontani dal centro abitato.

La pianta prelevata per fare le prove è stata presa dal ciglio di una strada privata nella periferia di Borgaro Torinese. Secondo il consiglio della sopraccitata azienda, la raccolta è avvenuta a inizio dicembre quando la pianta era ancora verde, così da avere un diametro del culmo ridotto (intorno a 2 cm) rendendo la canna più maneggevole. Sempre per lo stesso motivo ogni canna è stata tagliata in due o tre parti. Successivamente sono state spogliate dalle foglie e da tutti i residui fibrosi grossolani per iniziare la stigliatura, l'asportazione delle fibre dagli steli. Foglie, fiori, rizomi sono stati puliti e conservati separatamente. La canna è stata lasciata a seccare per un paio di settimane.



Sopra: Pianta di Arundo donax nella periferia di Borgaro Torinese, utilizzata nella sperimentazione domestica.

Sotto: Dettaglio della sezione di Arundo donax.



Sopra: Pianta di Arundo donax nella periferia di Borgaro Torinese; zoom su una canna.
Sotto: Foglie e rizoma dell'Arundo donax.



Una volta preso un colore d'orato pallido, la canna è stata battuta ripetutamente più volte con un martello per iniziare il processo di stigliatura. Questo passaggio ha aiutato a rompere la parte esterna e a iniziare a dividere le fibre.

Dai pezzi battuti, la fibra è stata separata manualmente attraverso un attrezzo creato ad hoc molto simile ad una mandolina. La parte di canna veniva fatta passare tra la base d'appoggio e la lama, riducendo la larghezza del pezzo. Così facendo, l'assottigliamento della fibra è stato molto laborioso e poco redditizio. Le fibre tagliate con lo strumento si spezzavano all'incontro della lama con il nodo, producendo fili lunghi una decina di centimetri circa. È stato ipotizzato che tale comportamento della materia prima fosse causato dalla non completa secatura della canna.

Sopra: Canne spoglie di Arundo donax.
In Centro: Fiori dell'Arundo donax.
Sotto: Attrezzo creato ad hoc per la stigliatura.



Per tanto, le canne sono tornate a riposare, nel frattempo è stata pensata un'altra soluzione, ovvero far passare le parti di canna attraverso una sorta di spazzola chiodata per provare a velocizzare il processo. Questa idea cerca di emulare il processo di decorticazione tradizionale della canapa e del lino, in cui la materia prima veniva battuta e fatta passare attraverso una fitta rete di spuntoni. In questo caso, il risultato è stato migliore e più produttivo.

La sperimentazione vera e propria si è interrotta a questo punto perché la separazione delle fibre manuale richiede molto tempo e le quantità richieste dalla azienda per fare le prove di macerazione, lo step successivo, sono eccessive da sostenere per un prototipo a livello domestico. Inoltre, la non completa seccatura iniziale ha rallentato lo svolgimento delle prove. Ciò nonostante, sono state descritte le fasi successive del processo sulla base delle ricerche e degli accordi presi in precedenza.

Battitura della fibra per cercare di rompere gli steli.



A sinistra: Risultato delle canne battute.

A destra: Materiale dopo averlo passato nella mandolina una sola volta.

Sotto: Materiale dopo averlo passato nella mandolina più volte.

Macerazione

La macerazione è la fase dove vengono separate le fibre cellulosiche dai componenti non fibrosi dello stelo, spesso utilizzando solventi chimici. Per questo passaggio del processo sperimentale, l'azienda si è proposta di aiutarci, occupandosi della lavorazione che non è possibile effettuare a casa.

L'impresa è specializzata nella macerazione delle fibre tanto che ha brevettato un bioreattore a ciclo chiuso attraverso un processo controllato svolto in acqua. Viene effettuato nei maceri, vasche di notevoli dimensioni colme di acqua stagnante, dove vengono immersi gli steli delle piante. Finito il ciclo, l'acqua viene recuperata e filtrata per essere usata di nuovo. Il bioreattore si basa sull'uso di un inoculo batterico misto, dove la fermentazione viene monitorata al fine di creare le condizioni ottimali per lo sviluppo di ceppi batterici selezionati per il macero dei diversi tipi di piante.

Perciò, la loro macerazione non richiede l'impiego di prodotti chimici e ha tempi nettamente ridotti, infatti il processo può durare un paio di giorni fino ad una settimana a seconda della composizione delle fibre.

Filatura

La filatura è quella sequenza di operazioni necessarie alla trasformazione delle fibre grezze in filato; questo processo richiede precisione, competenza tecnica per l'utilizzo di macchinari all'avanguardia in particolare quando utilizzano materie prime di non convenzionali.

Il processo di filatura inizia con la cardatura, dove le fibre vengono districate, pulite e allineate: la cardatura ha lo scopo di orientare le fibre in un'unica direzione rendendole parallele tramite appositi macchinari denominati carde, da cui si realizza il primo semilavorato: il nastro.

Successivamente, si procede con la fase di pettinatura, che elimina le fibre troppo corte e perfeziona l'omogeneità dei filamenti, migliorando così la qualità del filato finale. In seguito, si passa allo stiro: una fase del processo che consiste nel tirare i nastri di carda sovrapponendoli gli uni agli altri, al fine di aumentarne il volume, la superficie o la lunghezza.

Dopo lo stiro il materiale viene sottoposto alla torcitura, un passaggio cruciale che intreccia le fibre conferendo al filato la resistenza e la coesione necessarie. La torcitura garantisce al filo una maggiore tenacità e

Tessitura

uniformità rendendolo più lavorabile per diverse applicazioni tessili. Il prodotto ottenuto viene poi avvolto su rocchetti (roccatura) o bobine (bobinatura).

Per determinare la dimensione del filo ottenuto, si procede alla titolazione, che è un'operazione che determina la finezza e lo spessore del filato. Il titolo è una relazione tra la lunghezza e il peso misurata prevalentemente in Nm, ovvero il numero di km di filo che si ottengono da un kg di fibra tessile (e.g. se il titolo del filato è Nm 50, significa che un 1 kg di filato corrisponde a 50.000 metri), quindi ne risulta che più basso è il titolo di un filato e maggiore è il suo spessore.

La tessitura è l'arte della fabbricazione del tessuto, attraverso l'intreccio dei fili di ordito con quelli della trama. Per questa lavorazione è stata coinvolta una seconda azienda specializzata nella fabbricazione di nastri tessuti. L'impresa, con sede principale a Caselle Torinese, è attiva nel settore dagli anni '60 e nel corso degli anni ha saputo adattarsi all'evoluzione del settore, perfezionando le tecniche per la realizzazione di prodotti di qualità e di alta tecnologia per soddisfare le esigenze del settore.

Questa fase però non è stata sviluppata perché il modo in cui si andrà a tessere dipende moltissimo dalle caratteristiche del filato ottenuto. Infatti, la tipologia del filato, come la sua resistenza, elasticità, spessore e composizione, influiscono direttamente sulla scelta del tipo di intreccio, sul telaio da utilizzare e sulle proprietà finali del tessuto, come morbidezza, robustezza e aspetto estetico.

Pertanto, in questa fase non siamo in grado di progettazione accurata, che può essere definita solo dopo un'analisi approfondita del filato prodotto.

Sistema

La seconda parte del concept si incentra sull'organizzazione di un impianto di produzione in loco, nella provincia di Torino, per valorizzare tutta la pianta di *Arundo donax* e ridurre al minimo gli scarti lungo l'intera filiera produttiva. Ciò che si vuole ottenere è un modello di economia circolare, che non solo ne sfrutti le caratteristiche della pianta, ma che possa offrire anche prospettive di sviluppo e crescita locale.

Il presente capitolo offre indicazioni pratiche per mettere in atto il sistema, identificando i principali attori coinvolti e offrendo soluzioni pratiche per massimizzare l'efficienza e la sostenibilità del processo.

Identificazione delle aree di raccolta

Il primo passo consiste nell'identificare le aree di crescita dell'*Arundo donax*, analizzando sia la quantità di arundeti presenti sul territorio sia la qualità delle piante stesse.

È importante considerare le proprietà di fitorisanamento del terreno che caratterizzano questa specie erbosa, poiché esse influiscono direttamente

sulle caratteristiche fisico-chimiche della canna. Le analisi del suolo, quindi, rappresentano una fase preliminare indispensabile per garantire che la materia prima sia adatta alle diverse applicazioni previste.

Una volta individuate le aree di interesse, sarà necessario distinguere tra terreni di proprietà pubblica e terreni privati, per stabilire a chi rivolgersi per ottenere i permessi necessari al prelievo della pianta. Questa fase richiede un'attenta mappatura territoriale e un dialogo con gli enti locali, oltre che con i proprietari privati eventualmente coinvolti.

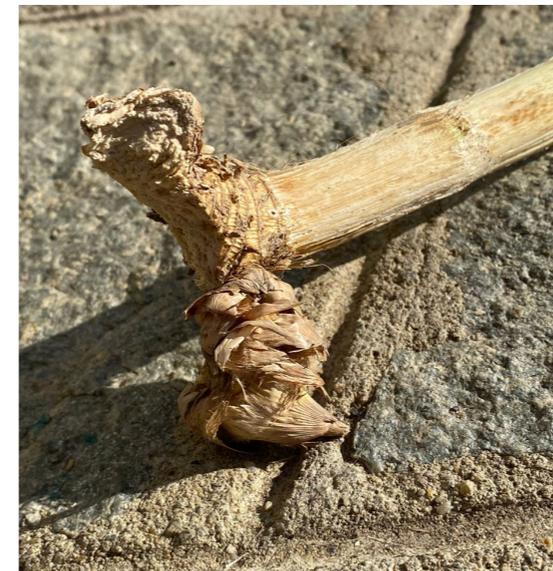
Lavorazione materia prima

Dopo aver stabilito i fornitori e le modalità di raccolta, le canne verranno trasportate presso lo stabilimento di lavorazione, dove saranno sottoposte a diverse fasi di trattamento.

Le operazioni includeranno la pulizia e la separazione delle varie parti della pianta, ognuna delle quali verrà opportunamente valorizzata.

Rizomi

Se i rizomi provengono da terreni non contaminati, possono essere trasformati in farine o utilizzati per la preparazione di piatti tipici o decotti della tradizione contadina, poiché l'intera pianta è commestibile sia per l'uomo che per gli animali e porta benefici alla salute. Dal punto di vista medico, il rizoma veniva utilizzato per contrastare l'idropisia, i condilomi e le induriti del seno, ma anche cistite e pertosse. Si faceva bollire per creare un infuso di radice, dalle proprietà depurative, diaforetiche, diuretiche, emolliente e ipertensive (Al-Snafi, 2015). In alternativa, i rizomi possono essere convertiti in biochar, un fertilizzante naturale ottenuto tramite pirolisi.



Il biochar, considerato una materia prima di seconda generazione, trova diversi impieghi grazie alle sue proprietà: può essere utilizzato come assorbente a basso costo per composti chimici, pesticidi e contaminanti organici presenti nel suolo. Inoltre, è ampiamente usato nei processi di decontaminazione e trattamento delle acque, per la sua capacità di separare gli ioni dai metalli pesanti e l'elevato assorbimento (Zhao et al., 2017). L'unica nota negativa è la bassa resa del processo di pirolizzazione della pianta, si aggira al 20 %. Gli scarti del processo sono composti gassosi con un'importante quantità di azoto. Pertanto, si prevede la loro raccolta e il loro trattamento. I gas incanalati vengono condensanti per creare un bio-olio (Malucelli).

Il rizoma dell'*Arundo donax*.

Foglie

Le foglie dell'Arundo donax erano già utilizzate dagli antichi egizi durante i riti funebri, per avvolgere i defunti, oppure le utilizzavano come rivestimento di contenitore per lo stoccaggio sotterraneo del grano (Al-Snafi, 2015; Vivere in campagna, 2023).

In questo contesto, trovano impiego come mangime per animali, in particolare possono essere somministrate secche a bovini e ovini, mentre per gli equini è preferibile il consumo di foglie verdi.

Nella tradizione contadina, le foglie venivano intrecciate per creare cesti, corde, legacci e spaghi, utilizzi che possono essere ripresi in ottica artigianale o industriale (Danelli et al., 2020; Vivere in campagna, 2023).



Le foglie di Arundo donax.

Rifiuti fibrosi grossolani

Tutti i residui della pianta non valorizzati attraverso le fasi di lavorazione principali vengono sottoposti a un processo di pirolisi per la produzione di biochar.

Questo passaggio chiude il ciclo di utilizzo della biomassa, garantendo che ogni parte della pianta venga sfruttata al massimo del suo potenziale.



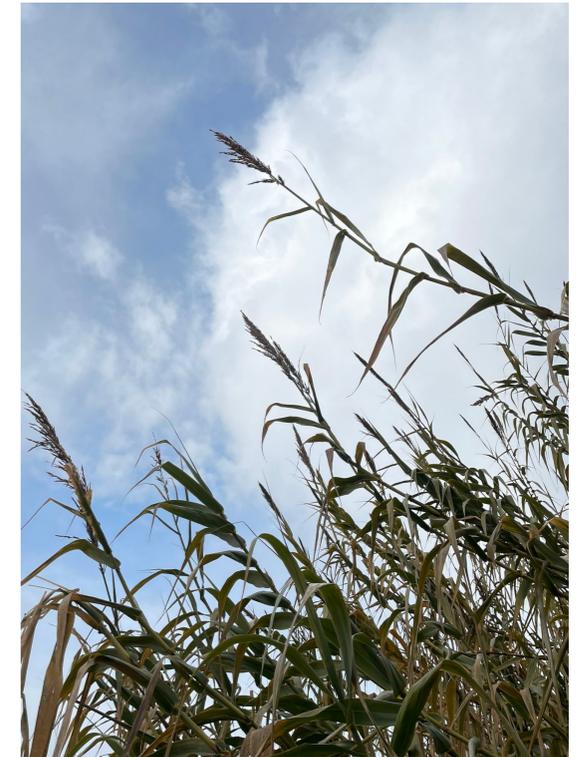
Cordame realizzato con le foglie della pianta.

Fiori

I fiori di questa specie possono essere fermentati per creare pigmenti naturali, sono state fatte delle prove a livello domestico. Durante gli esperimenti, i fiori, fatti bollire in acqua per ore, hanno gradualmente rilasciato il colore all'aumentare della temperatura, tingendo i capi di color verde pisello.

A livello scientifico, sono stati fatti esperimenti sulla realizzazione degli inchiostri per la stampa fatta a mano, xilografia, partendo dai residui vegetali della specie, inclusi i fiori. Tra le diverse metodologie testate, l'infusione mediante il calore è il metodo di estrazione più efficace per mantenere le proprietà del colore. L'Arundo donax ha dimostrato buone capacità cromatiche fornendo anche gialli intensi e brillanti in diverse tonalità (Iglesias et al., 2024).

In alternativa, i fiori possono essere impiegati per la produzione di fertilizzanti organici, incluso il biochar derivato dal processo di pirolisi (Zhao et al., 2017, Malucelli).



Sopra: Fiori presenti sull'arundeto.

Credit: Giulia Luccisano.

Sotto: Fiori di Arundo donax.

Ottimizzazione delle risorse

Uno dei principi cardine del sistema di produzione proposto è l'ottimizzazione delle risorse, con una gestione efficiente degli scarti. Di conseguenza, l'intero processo è stato concepito per minimizzare i rifiuti.

Nella fase di macerazione delle fibre, realizzata con l'ausilio della prima azienda contattata, il processo non genera alcun tipo di residuo dato l'impiego di un bioreattore a ciclo chiuso. Questa soluzione comporta un risparmio delle risorse idriche: l'acqua impiegata per la macerazione viene filtrata e depurata al termine di ogni ciclo, per poi essere riutilizzata nelle successive macerazioni. In questo modo, si evita il consumo eccessivo di acqua e si riduce al minimo l'inquinamento, garantendo un sistema virtuoso.

Nella fase di filatura, i residui vengono raccolti e valorizzati, trasformandoli in materiali utili per altri ambiti industriali. Ad esempio, gli scarti possono essere convertiti in isolanti termici, che trovano ampia applicazione nel settore edilizio per migliorare l'efficienza energetica degli edifici; oppure possono diventare riempitivi per materiali compositi, offrendo soluzioni sostenibili per settori come l'automotive (Suarez, 2023).

Biodegradabilità

Le fibre di Arundo donax sono principalmente costituite da componenti lignocellulosici, con una composizione chimica che varia a seconda della parte della pianta considerata, rizoma, foglia, culmo. Ad esempio, le fibre non trattate presentano un contenuto di lignina del 24,12%, cellulosa del 45,16% ed emicellulosa del 35,10% (Suarez et al., 2021).

Questa elevata percentuale di cellulosa rende le fibre interessanti per potenziali applicazioni tessili, poiché la cellulosa conferisce resistenza e flessibilità ai materiali derivati.

Nei tessuti cellulosici

La biodegradabilità del tessuto è influenzata dalla quantità di cellulosa presente nella pianta da cui derivano. Di conseguenza, una maggiore concentrazione del polisaccaride nelle fibre tessili naturali, ne facilita la decomposizione da parte dei microrganismi. Le tempistiche sono varie, ma in alcuni casi si può decomporre un tessuto nel giro di un mese.

Infatti, studi sulle fibre naturali hanno dimostrato che, una volta disperse nel suolo o nell'acqua, si degradano più velocemente rispetto alle fibre

plastiche, che impiegano decenni, riducendo il rischio di inquinamento e accumulo di microplastiche, generalmente prodotte dai sintetici (Arshad and Mujahid, 2011).

Inoltre, una fiorente fauna batterica e fungina velocizza il processo di decomposizione. In particolare, è stata condotta una ricerca finalizzata a definire quali funghi potessero essere utilizzati per la pre-inoculazione di rifiuti tessili destinati alla discarica, per ridurre il volume, o in un sistema di compostaggio, per recuperare i materiali non biodegradabili da riutilizzare e velocizzare il processo di decomposizione. Sono stati inoculati dieci tessuti con quattordici tipologie differenti di funghi, note per la loro capacità degradativa, e incubati a 25-30 °C per un paio di mesi.

La completa decomposizione dei tessuti è stata ottenuta dai funghi *Chaetomium globosum* (Ascomycota), *Trametes versicolor* e *Ganoderma species* (Basidiomycota).

Nei tessuti con miscele di cellulosa e poliestere o elastan, solo le fibre cellulosiche sono state degradate, mentre è stato possibile recuperare le fibre sintetiche per separazione (Freeman et al., 2024).

Attualmente non esistono sperimen-

tazioni concrete sulla biodegradabilità del tessuto ottenuto dall'Arundo donax, ma il suo alto contenuto di cellulosa suggerisce che potrebbe comportarsi in modo molto simile ad altri materiali naturali come canapa o lino. Da studi sperimentali, si prevede quindi la decomposizione di tali fibre nell'arco di qualche settimana.

Tessuti compostabili

La componente speculativa del progetto prevede la realizzazione di capi d'abbigliamento a partire dall'Arundo donax, progettati per essere completamente compostabili al termine del loro ciclo di vita. Una volta dismessi, questi capi verrebbero smaltiti direttamente nel compost domestico o industriale in condizioni naturali, dove le fibre cellulosiche si decomporrebbero in tempi relativamente brevi, contribuendo a ridurre l'accumulo di rifiuti tessili.

Tale concezione si inserisce nel dibattito sempre più attuale sulla sostenibilità nell'industria "del fashion", affrontando direttamente il problema della gestione dei rifiuti tessili e promuovendo un modello circolare in cui i materiali possano tornare alla terra come nutrienti.

L'idea di abbigliamento compostabile sfida la concezione tradizionale della

moda, che per decenni ha seguito un modello lineare "from cradle to grave", dalla culla alla tomba. Si vuole stimolare sulla percezione dei consumi nella moda, costringendo il consumatore a riflettere sulla durata e sul ciclo di vita dei prodotti. Viene spostata l'attenzione dal concetto di possesso a quello di temporaneità e rinnovabilità, dove i vestiti rappresenterebbero un prodotto effimero, disponibile per un tempo limitato.

In un'epoca dominata dal fast fashion, in cui gli abiti vengono acquistati e scartati nell'arco di un anno (Remi et al., 2016), questo approccio potrebbe rappresentare un cambiamento nel modo in cui ci rapportiamo agli oggetti di uso quotidiano, promuovendo un atteggiamento più consapevole e responsabile.

L'Arundo donax, pianta caratterizzata da una crescita rapida e da un ridotto impatto ambientale in termini di coltivazione, potrebbe rappresentare una alternativa ad alcune fibre sintetiche derivate dal petrolio. In aggiunta, l'integrazione di fibre non convenzionali nel settore tessile potrebbe aprire nuove possibilità di sperimentazione oppure stimolare lo sviluppo di nuove strategie di business, come il noleggio o il modello "take-back", in cui le aziende si occupano direttamente del recupero e del compostaggio degli indumenti venduti.

09

CONCLUSIONI

Il progetto presentato esplora un nuovo paradigma per il settore della moda. Partendo da una provocazione -Cosa succederebbe se i vestiti avessero una data di scadenza? - viene proposto un tessuto prodotto dalla pianta *Arundo donax*, attraverso una locale filiera produttiva che valorizza ogni parte della pianta per minimizzare gli scarti e massimizzare l'impatto positivo sull'ambiente e sulle comunità circostanti. Pertanto, questa tesi non si limita a proporre una possibile alternativa sostenibile ai tessuti tradizionali, ma punta a integrare processi produttivi che promuovano un sistema moda etico e rispettoso dell'ambiente.

Come specie appartenente alle fibre liberiane, lo stelo dell'*Arundo donax* contiene una percentuale importante di cellulosa e a seguire lignina ed emicellulosa, elementi che ne conferiscono resistenza, flessibilità e biodegradabilità. La presenza di tali polimeri rende la specie, una possibile candidata per colmare il "cellulose gap", ovvero la crescente domanda di fonti di cellulosa per applicazioni tessili industriali.

La canna gigante è una pianta perenne a crescita rapida, capace di prosperare in una varietà di condizioni ambientali, inclusi suoli contaminati, senza una significativa riduzione del contenuto del polisaccaride. Le limitate sperimentazioni domestiche sul materiale hanno permesso di conoscere meglio la pianta, mostrandone i limiti e le potenzialità.

Per ottenere la fibra, oltre a un primo processo meccanico di stigliatura, è necessaria la macerazione della stessa al fine di eliminare tutte le impurità. Purtroppo, il secondo passaggio non è stato possibile effettuarlo e ha bloccato i test successivi. Nonostante non sia arrivata ad avere un filato 100% *Arundo donax*, gli esperti nel settore hanno spiegato che mischiando la sua fibra con altri materiali naturali, come il cotone o addirittura il lyocell, si può ottenere un tessuto interessante.

Gli esperti, dunque, hanno sottolineato la necessità di sperimentazioni per verificare le ipotesi e vedere i risultati.

Il sistema produttivo proposto si basa sui principi dell'economia circolare. Oltre alla produzione di filati, le diverse parti della pianta, trovano applicazione in molteplici ambiti, ad esempio i rizomi vengono trasformati in prodotti alimentari o utilizzati come fertilizzante naturale (biochar); le foglie convertite in mangime per animali o intrecciate per realizzare oggetti artigianali; i fiori possono creare pigmenti naturali per tinture o inchiostri e la rimanenza degli scarti fibrosi vengono pirolizzati per la produzione di biochar.

Un aspetto cruciale del progetto è l'integrazione con il territorio della provincia di Torino, dove l'*Arundo donax*, in quanto specie invasiva, cresce spontanea e in abbondanza.

La pianta può essere raccolta in aree marginali senza competere con coltivazioni alimentari, limitando la diffusione ulteriore della specie. Questo modello crea opportunità di sviluppo economico e sociale per il torinese; infatti, si punta ad aprire un dialogo per la gestione delle risorse e la loro ottimizzazione, attraverso la collaborazione con enti pubblici e privati, garantendo un approccio sistemico e condiviso.

Future step

Lo sviluppo del progetto si articola in alcune fasi fondamentali che sono finalizzate a trasformare la presente trattazione, basata sulla ricerca sperimentale, in un modello applicabile e scalabile. I primi due punti da sviluppare riguardano il futuro immediato e sulla base dei loro esiti, si potrà poi procedere con i punti successivi, il terzo e il quarto.

La prima fase comprende lo sviluppare tecniche sempre più fini e performanti, volte a migliorare l'efficienza della separazione delle fibre e differenziarle a seconda della loro qualità. Occorre infatti procedere con le prove sperimentali e con la meccanizzazione del processo, in modo da ottenere un semilavorato, con tempi e costi contenuti.

A seguire, la seconda fase interessa la realizzazione dei primi prototipi di filati e tessuti utilizzando esclusivamente Arundo donax per valutarne le caratteristiche tecniche ed estetiche. In questa fase, bisogna verificare i prototipi, ovvero sottoporre i nuovi filati a prove di trazione, torsione, resistenza, tenacità, biodegradabilità, compatibilità con prodotti aggressivi, prove di reazione al fuoco, eccetera.

L'obiettivo è testarne le caratteristiche intrinseche ed eventualmente suddividere la produzione dei filati, in modo da rispondere con più specificità alle richieste del mercato.

Se il processo sopradescritto suscita interesse e produce risultati incoraggianti, si potrà poi passare all'implementazione della economia circolare. Tale fase, consiste nel coinvolgere stakeholder locali, come aziende agricole e artigianali, per sviluppare un modello collaborativo di produzione. Si potrebbe realizzare una sinergia tra le richieste e necessità degli operatori economici e gli studi dedicati e opportunamente calibrati sulle loro esigenze.

Non ultimo, creare una rete di valorizzazione degli scarti, eventualmente integrando l'Arundo donax con altre risorse disponibili a livello locale, per riuscire a creare una gerarchia di sottoprodotti come mangimi per animali, ammendanti per le coltivazioni, fertilizzanti e trinciato per la produzione di pannelli in legno di uso comune.

L'ultimo passaggio è la comunicazione, la pubblicità, l'informazione estesa ai consumatori sull'importanza di materiali biodegradabili e sulla tran-

sizione verso un sistema moda circolare, che talvolta si può ottenere facilmente, come dimostrato dalla fibra di Arundo donax. La possibilità di rendere accattivante un prodotto che si trova "sotto casa" in grado di rigenerarsi senza impoverire il suolo, potrebbe e dovrebbe fare la differenza.

Bibliografia

A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future. (2017, November 28). <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy>

Aaliya, B., Sunooj, K. V., and Lackner, M. (2021). Biopolymer composites: A review. *Int. J. Biobased Plastics* 3 (1), 40-84. doi:10.1080/24759651.2021.1881214

Al-Snafi A.E. (2015) The constituents and biological effects of arundo donax - a review. In international journal of phytopharmacy research (e-ISSN 2249-7544 Print ISSN 2229-7464). <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37067081/79-libre.pdf>

Arshad, K. A., & Mujahid, M. (2011). Biodegradation of textile materials [Degree of Master in Textile Technology, The Swedish School of Textiles]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1312796/FULLTEXT01.pdf>

Arundo Donax L. - Canna domestica. (2020). In Biodiversità in Lombardia. https://www.biodiversita.lombardia.it/images/ROBERTA/Co3_Arundo_donax_b.pdf

BBC News. (2013, May 10). Bangladesh factory collapse toll passes 1,000. <https://www.bbc.com/news/world-asia-22476774>

Bambuseae Kunth ex Dumort. - Bambù. (2020). In Biodiversità in Lombardia. https://www.biodiversita.lombardia.it/images/ROBERTA/Co4_Bambuseae.pdf

Barozzi, M. F. (2018, April 25). Sette canne, un vestito - Through the optic glass - Medium. <https://medium.com/through-the-optic-glass/sette-canne-un-vestito-fbb19df9014d>

Bellini, E. P. (2024, September 10). Helsinki Fashion Week festeggia 10 anni di moda digitale e sostenibilità. *Vogue Italia*. <https://www.vogue.it/article/helsinki-fashion-week-10-anni-moda-digitale>

Biodegradability of LENZINGTM generic fibers - Lenzing Sustainability Report 2022. (n.d.). Lenzing Sustainability Report 2022. <https://reports.lenzing.com/sustainability-report/2022/Materials-aspects/circularity-resources/biodegradability-of-lenzing-generic-fibers.html>

Borsa Italiana. (2025). Borsa: lusso di nuovo in calo, timore per rallentamento economia cinese - Borsa Italiana. <https://www.borsaitaliana.it/borsa/notizie/radiocor/commenti/dettaglio/borsa-lusso-di-nuovo-in-calo-timore-per-rallentamento-economia-cinese>

Bovone, L. (2016). Cultura materiale e nuovi valori: il caso della moda etica. <https://doi.org/10.3280/SC2015-050010>

CABI, 2019. Datasheet report for Broussonetia papyrifera (paper mulberry). CABI - Invasive Species Compendium. 19 p. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/10017>

CLAL (2024) <https://www.clal.it/>, ultimo accesso gennaio 2025

Carbon Looper: Carbon dioxide capturing cellulosic materials. (n.d.). <https://www.hkrita.com/en/our-innovation-tech/projects/carbon-looper-carbon-dioxide-capturing-cellulosic-materials>

Casadei, M. (2024, September 3). La moda italiana frena: nel 2024 tornerà sotto i 100 miliardi (-3,5%). *Il Sole 24 ORE*. <https://www.ilsole24ore.com/art/la-moda-italiana-frena-2024-varra-meno-100-miliardi-35per->

cento-AFTHougD

Cashmere, che cos'è? - Pavoni Vaganti. (2021, March 9) Pavoni Vaganti. <https://pavonivaganti.com/it/cashmere-che-cos-e/>

Cat Taylor's Invisible Fashion. (n.d.). SVD. <https://www.sivasdescalzo.com/en/blog/cat-taylor-en>

Chiesa, M. (2023, September 12). Slow Fashion: la moda che rispetta l'ambiente. Slow Fashion: La Moda Che Rispetta L'ambiente. <https://www.marziachiesa.it/slow-fashion-la-moda-che-rispetta-lambiente/>

Clean Clothes Campaign. -Rana Plaza (2015) <https://cleanclothes.org/campaigns/past/rana-plaza> accesso gennaio 2025

Cowart, A., & Maione, D. (2022). Transitioning toward the Slow and long: Developing Experiential Futures approach toward system change in fashion. ResearchGate. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi157.6844>

Danelli, T., Laura, M., Savona, M., Landoni, M., Adani, F., & Pilu, R. (2020). Genetic Improvement of *Arundo donax* L.: Opportunities and Challenges. *Plants*, 9(11), 1584. <https://doi.org/10.3390/plants9111584>

Demeneo, I. (2024, May 24). STUDI - Crisi della moda: nel 2024 le imprese perdono 15 milioni di euro di ricavi al giorno - Confartigianato Imprese. <https://www.confartigianato.it/2024/05/studi-crisi-della-moda-nel-2024-le-imprese-perdono-15-milioni-di-euro-di-ricavi-al-giorno/>

Destro, M., & Neumann, A. (2013). Storia e successo del polipropilene: un materiale in continua evoluzione. In *Rendiconti Accademia Nazionale Delle Scienze Detta Dei XL Memorie Di Scienze Fisiche E Naturali*. <https://media.accademixl.it/memorie/S5-VXXXVI-I-P2-2013/Destro-Neumann147-157.pdf>

Dryades. (n.d.). *Arundo donax*, from https://dryades.units.it/gallignano/index.php?procedure=taxon_page&id=7646&num=15 ultimo accesso gennaio 2025

Elan, P. (2020, September 28). Why it matters when Black Lives Matter clothing is banned. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/fashion/2020/sep/28/why-it-matters-when-black-lives-matter-clothing-is-banned> accesso gennaio 2025

EPA finalizes Part 2 TSCA risk Evaluation for asbestos | US EPA. (2024, November 27). US EPA. <https://www.epa.gov/chemicals-under-tsca/epa-finalizes-part-2-tsca-risk-evaluation-asbestos> accesso dicembre 2024

ETC/CE Report 2023/5 The role of bio-based textile fibres in a circular and sustainable textiles system. (n.d.). Eionet Portal. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-report-2023-5-the-role-of-bio-based-textile-fibres-in-a-circular-and-sustainable-textiles-system>

ETC/CE, 2022a, Textiles and the environment - The role of design in Europe's circular economy, Eionet Report No ETC/CE 2022/2 (<https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-products/etc-ce-report-2-2022-textiles-and-the-environment-the-role-of-design-in-europes-circular-economy>)

Eggink, W., & Albert De La Bruheze, A. A. (2018). Fashion Futures & Societal sustainability, Possible directions from scenario development. In ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/335927715_Fashion_Futures_Societal_Sustainability_possible_directions_from_scenario_development

Eruli, A., (2024, June 17). I dati sul mercato vintage e second hand. *Iconic Image*. <https://www.iconicimage.it/dati-mercato-vinta->

ge-second-hand/

Evrnu® - a recycling textile supplier with a social purpose. (n.d.). Evrnu. <https://www.evrnu.com/> accesso ottobre 2024

FabBRICK | Design | Paris. (n.d.). FabBRICK. <https://www.fab-brick.com/> accesso ottobre 2024

Fashion Transparency Index 2023: How transparent are 250 of the world's largest fashion brands?: Fashion Revolution. (2023). <https://www.fashionrevolution.org/fashion-transparency-index-2023/>

Fashion for Good, 2020, 'Coming Full Circle: Innovating Towards Sustainable Man-Made Cellulosic Fibres., Fashion For Good' (<https://fashionforgood.com/wp-content/uploads/2020/09/Coming-Full-CircleInnovating-Towards-More-Sustainable-MMCFs.pdf>)

Felgueiras, C., Azoia, N. G., Gonçalves, C., Gama, M., & Dourado, F. (2021). Trends on the Cellulose-Based Textiles: Raw Materials and Technologies. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.608826>

Ferrara, M. (2018). Smart Experience in Fashion Design: A Speculative analysis of smart Material Systems applications. *Arts*, 8(1), 4. <https://doi.org/10.3390/arts8010004>

Fibre inorganiche. (2022). <http://www.technica.net/NF/NF2/fibreinorganiche.htm> Focus paper End of product use. (2024). In Lenzing. https://www.lenzing.com/de/?type=88245&tx_filedownloads_file%5bfileName%5d=fileadmin/content/PDF/04_Nachhaltigkeit/Broschueren/EN/focus-paper-end-of-product-use-EN.pdf

Freeman, A., Glover, J., Interlandi, P., & Lawrie, A. C. (2024). Improving textile waste

biodegradation through fungal inoculation. In ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772912524000356> Frumat. (n.d.). RDEditore. <https://www.rdeeditore.it/it/100ecc8aziende/frumat/>

Freeman, L. (2019, January 28). Pyer Moss's Kerby-Jean Raymond: Fashion's most political designer. *Vogue Business*. <https://www.voguebusiness.com/fashion/pyer-moss-kerby-jean-raymond> accesso gennaio 2025

Fisher, L. A. (2019, September 10). Prabal Gurung asks "Who gets to be American?" on the runway. *Harper's BAZAAR*. https://www.harpersbazaar.com/fashion/fashion-week/a28965513/prabal-gurung-spring-2020-show/?utm_ <https://sport.sky.it/sport-usa/2018/09/04/nfl-colin-kaepernick-campagna-nike> accesso gennaio 2025

Gholampour, A., and Ozbakkaloglu, T. (2020). A review of natural fiber composites: Properties, modification and processing techniques, characterization, applications. *J. Mat. Sci.* 55 (3), 829-892. doi:10.1007/s10853-019-03990-y

Giusti, C. (2020) *Techne - Digital Manufacturing on pre-stretched fabrics by Chiara Giusti*. CHIARA GIUSTI. <https://www.chiaragiusti.com/techne>

Global Fashion Agenda and Boston Consulting Group, *Pulse of the fashion industry (2017)*, p.23

Gun, A. D. (2011). Dimensional, physical and thermal comfort properties of plain knitted fabrics made from modal viscose yarns having microfibrers and conventional fibers. *Fibers and Polymers*, 12(2), 258-267. <https://doi.org/10.1007/s12221-011-0258-2>

Gupta, B. S., & Afshari, M. (2018.). *Polyacrylonitrile fibers.*, pp 545-593 <https://doi.org/10.1007/s12221-011-0258-2>

- org/10.1016/b978-0-08-101272-7.00015-8
- Icardi, M. (n.d.). lanital – La Chimica e la Società. La Chimica E La Società. <https://ilblo-gdellasci.wordpress.com/tag/lanital/#:~:text=Il%20processo%20produttivo%20di%20lavorazione,di%20sodio%20o%20di%20ammonio>. Accesso gennaio 2025
- Iglesias, A., Cancela, A., Heyvaert, A., & Sanchez, A. (2024). Biocompounds and Pigment Extraction from Invasive Alien Species. *Sustainable Technology eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4777253>
- Including diversity, il futuro della moda è la diversità. (2024, July 15). The Adecco Group. <https://adeccogroup.it/futuro-moda-diversita-inclusione/>
- InfoFlora (2022) *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. (Moraceae). Factsheet. URL: https://www.infoflora.ch/assets/content/documents/neofite/inva_brou_pap_i.pdf
- Kim, Y., & Suh, S. (2022). The core value of sustainable fashion: a case study on “Market Gredit.” *Sustainability*, 14(21), 14423. <https://doi.org/10.3390/su142114423>
- Kiron, M. I. (2021, June 2). Milk or casein Fiber: Properties, manufacturing process, benefits and uses. *Textile Learner*. <https://textilelearner.net/milk-or-casein-fiber-properties/>
- La moda che interpreta. Linguaggi sociali della cultura materiale. (2022). Issuu. https://issuu.com/dida-unifi/docs/fashion_issue_1_la_moda_comunica_fenomeni_global/s/14778725?
- La moda digitale può cambiare la nostra esperienza del fashion. (n.d.). <https://www.shots.it/news/la-moda-digitale-puo-cambiare-la-nostra-esperienza-del-fashion>
- Lawson, L., Ford, M., Hoque, M. S., Chute, W., Bressler, D. C., & Dolez, P. I. (2023). Processes and Challenges for the Manufacturing of Lyocell Fibres with Alternative Agricultural Feedstocks. *Applied Sciences*, 13(23), 12759. <https://doi.org/10.3390/app132312759>
- Le specie vegetali esotiche invasive. (n.d.). Regione Piemonte. <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/biodiversita-aree-naturali/conservazione-salvaguardia/specie-vegetali-esotiche-invasive>
- Looptworks. (2024, February 9). Circular Solutions for Textile Recycling – Looptworks. <https://looptworks.com/>
- Lyu, P. et al., 2021, ‘Degumming methods for bast fibers – A mini review’, *Industrial Crops and Products* 174, p. 114158 (DOI: 10.1016/j.indcrop.2021.114158)
- L’impatto della produzione e dei rifiuti tessili sull’ambiente | Tematiche | Parlamento europeo. (2024). Tematiche | Parlamento Europeo. <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20201208STO93327/l-impatto-della-produzione-e-dei-rifiuti-tessili-sull-ambiente-infografica>
- Maccotta, F. (2021, March 18). Gucci lancia le sneakers virtuali a 10 euro. *Wired Italia*. <https://www.wired.it/lifestyle/design/2021/03/18/gucci-sneakers-virtuali/>
- Maeko Tessuti e Filati naturali. (n.d.) Maeko Tessuti. <https://maekotessuti.com/>, ultimo accesso gennaio 2025
- Maina, M. A., Di Giulio, M. (2024, November 20). Moda digitale: cos’è l’e-fashion e come sta cambiando il nostro guardaroba. *Agenda Digitale*. <https://www.agendadigitale.eu/mercati-digitali/moda-digitale-cose-le-fashion-e-come-sta-cambiando-il-nostro-guardaroba/>
- Materials Market Report. (2024). In *Textile Exchange*. Textile Exchange. <https://textile-exchange.org/app/uploads/2024/09/Materials-Market-Report-2024.pdf>
- ‘Me Too’ Global Movement – What is the ‘Me Too’ Movement. (2022, June 28). Global Fund for Women. <https://www.globalfundforwomen.org/movements/me-too/> accesso novembre 2024
- MycotEX – Atlas of the future. (2020, September 22). Atlas of the Future. <https://atlasofthefuture.org/project/mycotex/>
- Nesser, A., Callaghan T., Gosiewski, A. (2021). *AlgiKnit – The Index project*. <https://theindexproject.org/post/algiknit>
- Orange Fiber. (2022, October 31). Orange Fiber • Tessuti sostenibili dai sottoprodotti del succo di agrumi. <https://orangefiber.it/it/>, ultimo accesso gennaio 2025
- Orensten, E. (2023, June 27). Wearable X expands their smart yoga gear collection. COOL HUNTING®. <https://coolhunting.com/tech/wearable-x-smart-yoga-pants/>
- Osella, V. (2018). Sottoprodotti e rifiuti dell’industria tessile. Formulazione di scenari di reimpiego in architettura. [Laurea Magistrale, Politecnico di Torino]. <https://webthesis.biblio.polito.it/8285/1/tesi.pdf>
- P, M., (2023, December 15). Iris van Herpen Uses 3D Printing to Merge Fashion and Contemporary Art. *3Dnatives*. <https://www.3dnatives.com/en/iris-van-herpen-3d-printing-fashion-and-contemporary-art-151220234/>
- PLNTFiber & Frutfiber | Plant Fiber Clothing | PANGAIA. (n.d.). <https://pangaia.com/pages/plntfiber-frutfiber>
- Patti, A., Cicala, G., and Acierno, D. (2020). Eco-sustainability of the textile production: Waste recovery and current recycling in the composites world. *Polymers* 13 (1), 134. doi:10.3390/polym13010134
- Petti, M. (n.d.). Latte: aspetti nutrizionali, microbiologici e tecnologici. <https://www.haccproma.it/it/latte-aspetti-nutrizionali-microbiologici-e-tecnologici> accesso gennaio 2025
- Piano Latte Lombardia, Linee guida per l’esecuzione dei controlli tesi a garantire la conformità alla normativa comunitaria nell’ambito della produzione e conferimento di latte crudo per il consumo umano. (2019). In Piano Latte Lombardia. <https://www.ats-brianza.it/images/pdf/veterinari/Piano%20latte%20Regione%20Lombardia%202019.pdf>
- Pilu R., Manca A., Landoni M. (2013). *Arundo Donax as an energy crop: Pros and cons of the utilization of this perennial plant*. In Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/248390352_Arundo_donax_as_an_energy_crop_Pros_and_cons_of_the_utilization_of_this_perennial_plant
- Pizza, P. (2021, December 5). La moda inclusiva e la body positivity. *Psicologia Della Moda*. <https://www.psicologiadellamoda.com/wordpress/la-moda-inclusiva/>
- Pound, C. (2022, February 24). The clothes that shook the world. <https://www.bbc.com/culture/article/20200130-can-clothes-give-us-power-what-to-wear-if-youre-a-rebel>
- Priyadarshini, B. I., & Prasad, U. D. (2023). “From Fast Fashion to Sustainable Innovation: Managing the Social and Environmental Impact of Fashion Tech.” In *ResearchGate*. <https://doi.org/10.46647/ijetms.2024.v08i02.005>
- QMILK – The material of the future – www.qmilkfiber.eu. (2018, May 16). [www.qmilkfiber.eu](http://www.qmilkfiber.eu/?lang=en). <https://www.qmilkfiber.eu/?lang=en>

- QWSTION. (n.d.). Swiss Bags & Accessoires — QWSTION — made from plants — circular. <https://qwstion.com/>
- Rayon – Enciclopedia – Treccani. (n.d.). Treccani. [https://www.treccani.it/enciclopedia/rayon_\(Enciclopedia-Italiana\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/rayon_(Enciclopedia-Italiana)/)
- Rent the Runway, Inc. announces Third Quarter 2024 results | Rent the Runway, Inc. (2024). Rent the Runway, Inc. <https://investors.renttherunway.com/news-releases/news-release-details/rent-runway-inc-announces-third-quarter-2024-results>
- Resale Report 2024. (2024). In ThredUp. https://cf-assets-tup.thredup.com/resale_report/2024/ThredUp_2024_Resale%20Report.pdf
- Riscoprire il passato: come la cultura influisce sulla moda contemporanea. (2025). Relaciones. <https://relaciones.altervista.org/index.php/consejos-para-el/3809-riscoprire-il-passato-come-la-cultura-influisce-sulla-moda-contemporanea>
- Ruggeri, C. (2022, January 20). A Journey into the ECONYL® Regeneration System - Econyl. <https://www.econyl.com/magazine/econyl-news/a-journey-into-the-econyl-regeneration-system/>
- Ruiz, A. (2024, March 18). 47 Official Sustainable Fashion Statistics 2025 - TheRoundUp. <https://theroundup.org/sustainable-fashion-statistics/>
- Scheda monografica Arundo Donax, Gruppo di Lavoro Specie Esotiche della Regione Piemonte, 2013. Regione Piemonte, Torino. Ultimo aggiornamento gennaio 2021
- Scheda monografica Asclepias syriaca, Gruppo di Lavoro Specie Esotiche della Regione Piemonte, 2018. Regione Piemonte, Torino
- Scheda monografica Pueraria lobata, Gruppo di Lavoro Specie Esotiche della Regione Piemonte, 2020. Regione Piemonte, Torino. Ultimo aggiornamento settembre 2024
- Sernagiotto, C. (2021, September 16). Balenciaga lancia Afterworld - The Age Of Tomorrow - Videogame e moda, i brand che hanno lanciato videogiochi. . . Corriere Della Sera. <https://www.corriere.it/tecnologia/videogiochi/cards/i-brand-moda-che-hanno-lanciato-videogame-tema-fashion/balenciaga-lancia-afterworld-the-age-of-tomorrow.shtml>
- Sisto, D., (2024, November 8). Non sono umana, ma robot. E sono reale | Arena Philosophika. <https://arenaphilosophika.it/non-sono-umana-ma-un-robot-e-sono-reale/>
- Solano, N. (2024, April 1). Enclothed cognition: ciò che indossi influenza il tuo comportamento. The Wom Fashion. <https://fashion.thewom.it/fashion-culture/enclothed-cognition-i-nostri-stessi-abiti-ci-influenzano>
- Speculative Design: Hyper Digital fashion — Özlem mis. (2021). Özlem Mis. <https://ozlemmis.com/speculative-design-hyper-digital-fashion>
- Spintex | Silk Reimagined. (n.d.). Spintex. <https://www.spintex.co.uk/>
- Staff, T. (2018, January 9). Why the Red Carpet Is Important in the #MeToo Era. TIME. <https://time.com/5095804/golden-globes-red-carpet-me-too/> accesso gennaio 2025
- Start 2 Impact University. (2023, April 5). Moda digitale: la nuova era della moda sostenibile? - Il Vestito Verde. <https://www.ilvestitoverde.com/moda-digitale-la-nuova-era-della-moda-sostenibile/> accesso gennaio 2025
- Stenton, M., Houghton, J. A., Kapsali, V., & Blackburn, R. S. (2021). The Potential for Regenerated Protein Fibres within a Circular Economy. *Sustainability*, 13(4), 2328. <https://doi.org/10.3390/su13042328>
- Stenton, M., Houghton, J. A., Kapsali, V., & Blackburn, R. S. (2021). The Potential for Regenerated Protein Fibres within a Circular Economy: Lessons from the Past Can Inform Sustainable Innovation in the Textiles Industry. *Sustainability*, 13(4), 2328. <https://doi.org/10.3390/su13042328>
- Sturloni, G. (2024, June 5th), Quanto inquina la moda? Aula Di Scienze. Zanichelli <https://aulascienze.scuola.zanichelli.it/multimedia-scienze/come-te-lo-spiego-scienze/quanto-inquina-la-moda>
- Suárez, L., Castellano, J., Romero, F., & Marrero, M. D. (2021). Environmental Hazards of Giant Reed (*Arundo donax* L.). *Materials*, 14(13), 3670.
- Suárez, L., Ortega, Z., Barczewski, M., & Cunningham, E. (2023). Use of giant reed (*Arundo donax* L.) for polymer composites obtaining: a mapping review. *Cellulose*, 30(8), 4793–4812. <https://doi.org/10.1007/s10570-023-05176-x>
- Swan, P. et al., 2020, Wool – A High Performance Fiber, International Wool Textile Organisation (IWTO), Brussels, Belgium. (https://iwto.org/wp-content/uploads/2020/04/IWTO_Wool-Performance.pdf) accesso dicembre 2024
- Sy, C. (2022, May 31). Gen Z e sostenibilità: nuovi valori ed esigenze. Team Lewis. <https://www.teamlewis.com/it/rivista/gen-z-sostenibilita-valori/>
- Textile Exchange, 2021, Preferred Fiber & Materials Market Report 2021, Textile Exchange, Lamesa, Texas.
- Textile Exchange, 2022, Preferred Fiber & Materials Market Report 2022, Textile Exchange, Lamesa, Texas.
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (1998, July 20). Milkweed floss | Definition, Sources, & Uses. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/milkweed-floss>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (1998, July 20). Milkweed floss | Definition, Sources, & Uses. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/milkweed-floss>
- The State of Fashion 2023. (2023). In McKinsey. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/state%20of%20fashion/2023/the-state-of-fashion-2023-holding-onto-growth-as-global-clouds-gathers-vf.pdf>
- The future of Synthetics – Textile Exchange. (2024, October 28). Textile Exchange. <https://textileexchange.org/knowledge-center/reports/the-future-of-synthetics/>
- The history of Digital Fashion – NFT-Arty. (2022, March 29). <https://nft-arty.com/the-history-of-digital-fashion/>
- The Politics of Fashion: An Exploration of Clothing’s Complex Role as the Fabric of our Socio-Political Existence – The Yale Globalist. (2023, June 5). <https://globalist.yale.edu/2022-2023-issues/the-politics-of-fashion-an-exploration-of-clothings-complex-role-as-the-fabric-of-our-socio-political-existence/>
- Tian, W., Huang, K., Zhu, C., Sun, Z., Shao, L., Hu, M., & Feng, X. (2022). Recent progress in biobased synthetic textile fibers. *Frontiers in Materials*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.1098590>
- Vivere in campagna. (2023, December 1). La grande alleata dell’uomo: la canna comune (*Arundo donax*) [Video]. YouTube. <https://>

www.youtube.com/watch?v=OgwOVWp_mnE

Zambon, E. (2021). Man Made Cellulosic Fibers (MMCF): un'analisi preliminare del mercato [Corso di laurea in Tecnologie forestali e ambientali, Università degli studi di Padova]. https://thesis.unipd.it/retrieve/8a0f9de5-981e-4abb-8370-ba63b021ea21/ZAMBON_ENRICO.pdf

Zavattini, D., (2011) I filati di nylon 6,6: lavorazioni e caratteristiche principali, applicazioni e valutazione ambientale del ciclo produttivo. [Laurea magistrale, Università degli studi di Padova]. https://thesis.unipd.it/bitstream/20.500.12608/14468/1/tesi_daniele_zavattini_definitiva.pdf

Zhang, S., Chen, C., Duan, C., Hu, H., Li, H., Li, J., Liu, Y., Ma, X., Stavik, J., & Ni, Y. (2018). Regenerated cellulose by the Lyocell process. *BioResources*, 13(2), 4577–4592. <https://doi.org/10.15376/biores.13.2.zhang>

Zhao, Y., Huang, L., & Chen, Y. (2017). Biochars derived from giant reed (*Arundo donax* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 24(33), 25889–25898. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0110-3>

Zimniewska, M., 2022, 'Hemp Fibre Properties and Processing Target Textile: A Review', *Materials* 15(5), p. 1901 (DOI: 10.3390/ma15051901)

Ringraziamenti

