

Politecnico di Torino
DAD - Dipartimento di Architettura e Design
Design e Comunicazione



LE ALGHE NEL SETTORE TESSILE:

IL POTENZIALE DI UN NUOVO MATERIALE PER SUPERARE
LE SFIDE DEL SETTORE MODA



Relatrice: Beatrice Lerma
Candidata: Laïs Marcela Bertuol

A.a 2024/2025
Sessione di Laurea Luglio 2025

Alla mia famiglia



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

DAD – Dipartimento di Architettura e Design
Design e Comunicazione

A.a 2024/2025
Sessione di Laurea Luglio 2025

Le alghe nel settore tessile:

Il potenziale di un nuovo materiale per superare le sfide del settore moda

Candidata:

Laïs Marcela Bertuol

Relatrice:

Beatrice Lerma

INDICE

0.	ABSTRACT	9
1.	L'INDUSTRIA TESSILE E I PROBLEMI DEL FAST FASHION	
1.1	L'avvento del fast fashion	13
1.2	Inquinamento industria tessile: cause ed impatto ambientale	17
1.3	Lo sfruttamento dei lavoratori nel fast fashion	21
1.4	Materiali innovativi per il settore moda	24
2.	ALGHE COME MATERIALE INNOVATIVO	
2.1	Alga come biomateriale e le sue caratteristiche	51
2.2	Panorama del mercato delle alghe	56
2.3	Primi prodotti realizzati con le alghe	58
2.4	Vantaggi utilizzo alghe nel fashion design	72
3.	METODI ESTRAZIONE E TRASFORMAZIONE DELLE ALGHE	
3.1	Processi estrazione sostanze utili dalle alghe	79
3.2	Tecnologie di trasformazione delle alghe in materiali tessili	83
3.2.1	Produzione di Fibre Tessili da Alghe	
3.2.2	Produzione di Film e Rivestimenti Tessili	
3.2.3	Sviluppo di Materiali Compositi e Ibridi	
3.2.4	Innovazioni nella Tecnologia di Estrusione e Co-estrusione	
3.2.5	Tecnologie di Trattamento Superficiale e Nanotecnologia	

4. APPLICAZIONI PRATICHE NEL FASHION DESIGN

- 4.1 Introduzione ai casi studio
- 4.2 Schede Tecniche

5. IMPATTO AMBIENTALE E SOSTENIBILITA'

- 5.1 Considerazioni etiche e sociali legate all'uso delle alghe nell'industria tessile
- 5.2 Normative
 - 5.2.1 Normative Ambientali
 - 5.2.2 Normative sulla sicurezza e salute sul lavoro
 - 5.2.3 Normative di responsabilità sociale d'impresa
 - 5.2.4 Contrapposizioni normative tra paesi

6. CONCLUSIONI

ABSTRACT

La tesi si propone di esplorare il ruolo dell'industria tessile, ponendo l'attenzione sul fenomeno del fast fashion, i problemi ad esso connessi e le sue conseguenze ambientali. L'attenzione è riservata alla ricerca di soluzioni sostenibili attraverso l'impiego di nuovi materiali innovativi, con un focus specifico sulle alghe.

Vengono analizzate le alghe come potenziali biomateriali rivoluzionari nel settore tessile, esaminandone le caratteristiche, le prime applicazioni pratiche ed evidenziando i vantaggi e le sfide legate al loro impiego.

Successivamente vengono considerati i processi di estrazione e trasformazione delle alghe in materiali tessili, esplorando le tecnologie innovative e le possibili difficoltà tecniche. Attraverso casi studio e una valutazione comparativa, si analizzano le applicazioni pratiche nel fashion design, esaminando le caratteristiche, le performance e l'impatto sensoriale dei materiali ottenuti.

Si valutano la sostenibilità dei materiali tessili derivati dalle alghe, considerando anche le implicazioni etiche e sociali e prendendo in considerazione le normative ad oggi esistenti. Infine, le conclusioni della ricerca delineano le tendenze future e sintetizzano i risultati ottenuti, offrendo una visione critica sulle potenzialità e le limitazioni dell'utilizzo delle alghe nell'industria tessile.

L'INDUSTRIA TESSILE E I PROBLEMI DEL FAST FASHION

01





1.1 L'AVVENTO DEL FAST FASHION

Il termine **fast fashion**, ovvero moda veloce, indica un modello di produzione e vendita di abbigliamento che risponde in modo estremamente rapido alle richieste del mercato e alle nuove tendenze, caratterizzato dalla **qualità medio-bassa** degli indumenti prodotti, dai **prezzi ridotti** che ne derivano e da volumi di vendita molto elevati¹.

Già dall'Ottocento i vestiti venivano utilizzati per esprimere il proprio status sociale e come forma di espressione individuale; coloro che appartenevano alle classi sociali elevate si rivolgevano a botteghe di sartoria per la confezione di abiti su misura e personalizzati, mentre coloro che appartenevano alle classi sociali più povere si cucivano gli abiti per conto proprio.

Nacquero in quegli anni le prime industrie tessili che realizzavano abiti in **serie** destinati alla classe media, influenzando fino ai giorni nostri la produzione di vestiti a buon mercato. Il modus operandi rimase lo stesso fino alla fine della Seconda guerra mondiale, mentre a partire dagli anni Cinquanta iniziò a manifestarsi, soprattutto da parte dei giovani, la volontà di indossare abiti prodotti in fabbrica e acquistabili dai negozi piuttosto che personalizzati o prodotti in casa².

A partire dagli anni Settanta, quando la moda era ormai a portata di tutti, nacquero i primi marchi globali, aziende che si trasformarono da piccole imprese familiari in rinomate multinazionali, come le catene spagnole Zara e Mango o quella svedese H&M. Il termine fast fashion venne usato per la prima volta solo nel **1989** dal **New York Times** in occasione dell'apertura del primo negozio di Zara a New York³.



1. Enciclopedia Treccani. (n.d.). *Fast fashion*. In *Lessico del XXI secolo*. Treccani. Recuperato da [https://www.treccani.it/enciclopedia/fast-fashion_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/fast-fashion_(Lessico-del-XXI-Secolo)/)

2. ilPost. (2016, 9 giugno). *Storia del fast fashion*. *ilPost*. Recuperato da <https://www.ilpost.it/2016/06/09/fast-fashion/>

3. Ermete, F. (2022, 1 marzo). *Fast fashion: tutto quel che c'è da sapere sulla moda facile e a basso costo*. *Tutto Green*. Recuperato da <https://www.tuttogreen.it/fast-fashion/#Checosacaratterizzailfastfashion>

L'articolo descrive un nuovo approccio al business della moda, in cui le varie fasi di individuazione della tendenza, progettazione e realizzazione sono estremamente concentrate, tanto che l'intero processo, dall'idea iniziale al prodotto finito, impiega all'incirca 15 giorni per essere disponibile nei negozi fisici. Questo approccio ha accantonato la programmazione stagionale del prêt-à-porter e della haute couture. La velocità del fast fashion permette alle aziende di reagire quasi in tempo reale alle tendenze emergenti, garantendo ai consumatori un'offerta costantemente aggiornata e al passo con le ultime mode. La differenza di qualità tra i prodotti fast fashion e quelli di haute couture è notevole; tuttavia, le aziende di fast fashion hanno saputo colmare questo divario percepito attraverso strategie di marketing sofisticate. Utilizzano infatti pubblicità e comunicazioni tipiche dei brand di lusso, veicolando il messaggio che è possibile essere eleganti e alla moda anche indossando capi a prezzi accessibili. Questo tipo di comunicazione non solo rende i prodotti più desiderabili, ma contribuisce anche a creare un senso di valore percepito che va oltre la qualità materiale del capo.

I principali marchi di fast fashion si distinguono ulteriormente proponendo collezioni limitate disegnate da celebri stilisti a prezzi accessibili. Un esempio è la collaborazione di Stella McCartney per H&M. Queste iniziative non solo incrementano il prestigio percepito dei capi, ma riescono anche a mantenere intatta la reputazione degli stilisti coinvolti. Per i designer, collaborare con brand di fast fashion rappresenta un'opportunità per raggiungere un pubblico più vasto senza compromettere il loro status nel mondo della moda di lusso.



Il target del fast fashion è ampio e diversificato, poiché il fenomeno rappresenta non solo un'opzione economica, ma anche un vero e proprio stile di vita. Le abitudini di consumo sono cambiate negli ultimi anni: i clienti non cercano più soltanto abiti di qualità a prezzi accessibili, ma desiderano soprattutto un'esperienza di acquisto positiva e coinvolgente. L'ambiente del negozio, il modo in cui i prodotti sono esposti, e persino l'interazione con il personale, giocano un ruolo cruciale nella creazione di questa esperienza.

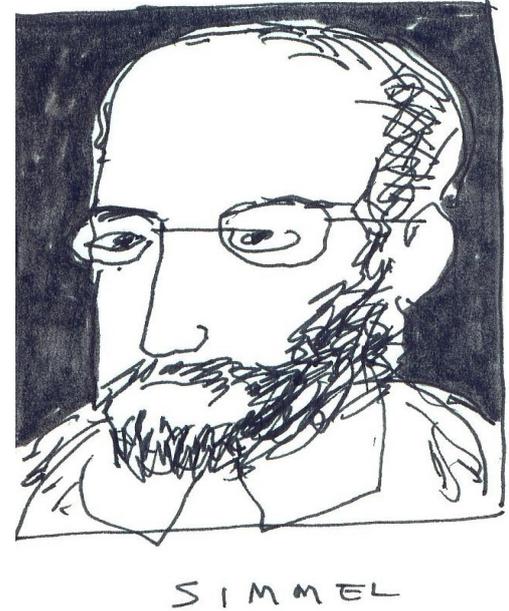
Inoltre, la soddisfazione di trovare un capo esclusivo a un prezzo conveniente è diventata un aspetto centrale per molti consumatori, spesso più apprezzato rispetto all'opportunità di ottenere uno sconto su un prodotto di lusso. Questo perché l'atto di acquistare nel fast fashion non riguarda solo il possesso dell'oggetto, ma anche il piacere di scoprire e appropriarsi di una tendenza in modo rapido e accessibile. La sensazione di esclusività, nonostante il prezzo ridotto, è amplificata dalla natura limitata delle collezioni, che incoraggia gli acquisti impulsivi e aumenta il valore percepito del capo stesso⁴.

Tale approccio ha gradualmente modificato il sistema dell'industria tessile, portando a una **democratizzazione della moda** che ha reso possibile, per chi non può permettersi capi griffati, sentirsi parte integrante della società, emulando le classi sociali più elevate a un costo accessibile. Questo fenomeno ha consentito la diffusione di uno stile di vita aspirazionale, in cui l'apparenza e l'accessibilità giocano un ruolo fondamentale nel definire l'identità individuale e collettiva.



4. Enciclopedia Treccani. (n.d.). *Fast fashion*. In *Lessico del XXI secolo*. Treccani. Recuperato da [https://www.treccani.it/enciclopedia/fast-fashion_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/fast-fashion_(Lessico-del-XXI-Secolo))

Questo concetto è stato ampiamente analizzato dal sociologo tedesco **Georg Simmel** nel suo saggio "La Moda" del 1910, dove egli espone la teoria del "**trickle down**". Secondo Simmel, i modelli comportamentali e le tendenze di moda nascono dalle classi più facoltose e gradualmente filtrano verso quelle più umili, innescando un processo di imitazione sociale. Egli osserva come la moda non sia semplicemente un'espressione di gusto personale, ma un fenomeno complesso che coinvolge tutte le società contemporanee. La teoria del "trickle down" evidenzia due movimenti simultanei che governano il comportamento umano: l'**imitazione** e la **distinzione**. Da un lato, gli individui cercano di emulare modelli appartenenti a classi sociali superiori per soddisfare il bisogno di appartenenza a un gruppo, ma anche di elevarsi all'interno della scala sociale, adottando segni distintivi di status. Dall'altro lato, offre anche un mezzo per affermare la propria individualità. Secondo Simmel, la moda, quindi, risponde a bisogni radicati nell'essere umano, che cerca costantemente di bilanciare queste due forze nella costruzione della propria identità. La moda dunque non è solo un fenomeno estetico, ma un elemento cruciale per comprendere le dinamiche sociali delle società moderne⁵.



5. Codeluppi, V. (2022). *Sociologia dei consumi* (pp. 61-64). Carocci Editore.

1.2 INQUINAMENTO INDUSTRIA TESSILE: CAUSE E CONSEGUENZE

Tra le attività economiche che incidono maggiormente sulla **sostenibilità ambientale**, l'industria tessile occupa una posizione di rilievo, collocandosi tra le prime, insieme all'industria petrolifera, nota per l'impiego di fonti fossili nella produzione di energia. Il ciclo di vita di un capo d'abbigliamento, dalla materia prima al prodotto finito, è costituito da numerosi passaggi, ciascuno dei quali comporta un significativo impatto ambientale; includono la coltivazione delle fibre, la produzione e tintura dei tessuti, la confezione dei capi e infine la loro distribuzione, ognuno con una propria impronta ecologica⁶.

La produzione tessile richiede un enorme consumo d'**acqua** e l'utilizzo intensivo di terre agricole per la coltivazione di cotone e altre fibre naturali. Nel 2020, il settore tessile è risultato essere la terza principale causa di degrado delle risorse idriche e dell'uso del suolo. Per produrre vestiti e scarpe destinati a ogni cittadino dell'Unione Europea, sono stati utilizzati in media nove metri cubi d'acqua, 400 metri quadrati di terreno e 391 chilogrammi di materie prime.

Inoltre, la produzione tessile è responsabile di circa il 20% dell'**inquinamento globale delle acque dolci**. Questo è dovuto ai vari processi industriali coinvolti nella produzione dei tessuti, come la tintura e la finitura, che impiegano sostanze chimiche nocive. Un ulteriore problema è rappresentato dai capi sintetici, il cui lavaggio ogni anno immette nei mari circa 0,5 milioni di tonnellate di microfibre, contribuendo significativamente all'inquinamento marino⁷.



6. Agenda Digitale. (2022, 6 settembre). *Nuove tecnologie per un'industria tessile ecosostenibile: quali sono e come funzionano*. *Agenda Digitale*. Recuperato da <https://www.agendadigitale.eu/smart-city/nuove-tecnologie-per-unindustria-tessile-ecosostenibile-quali-sono-e-come-funzionano/>

7. Parlamento Europeo. (2020, 29 dicembre). *L'impatto della produzione e dei rifiuti tessili sull'ambiente*. *Parlamento Europeo*. Recuperato da <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20201208ST093327/l-impatto-della-produzione-e-dei-rifiuti-tessili-sull-ambiente-infografica>

Il lavaggio di indumenti in poliestere può rilasciare fino a 700.000 microfibre di plastica in un singolo carico e la maggior parte di esse viene dispersa nei primi cicli di lavaggio.

Ogni anno, il lavaggio di capi sintetici contribuisce a depositare circa mezzo milione di tonnellate di microplastiche nei fondali oceanici.

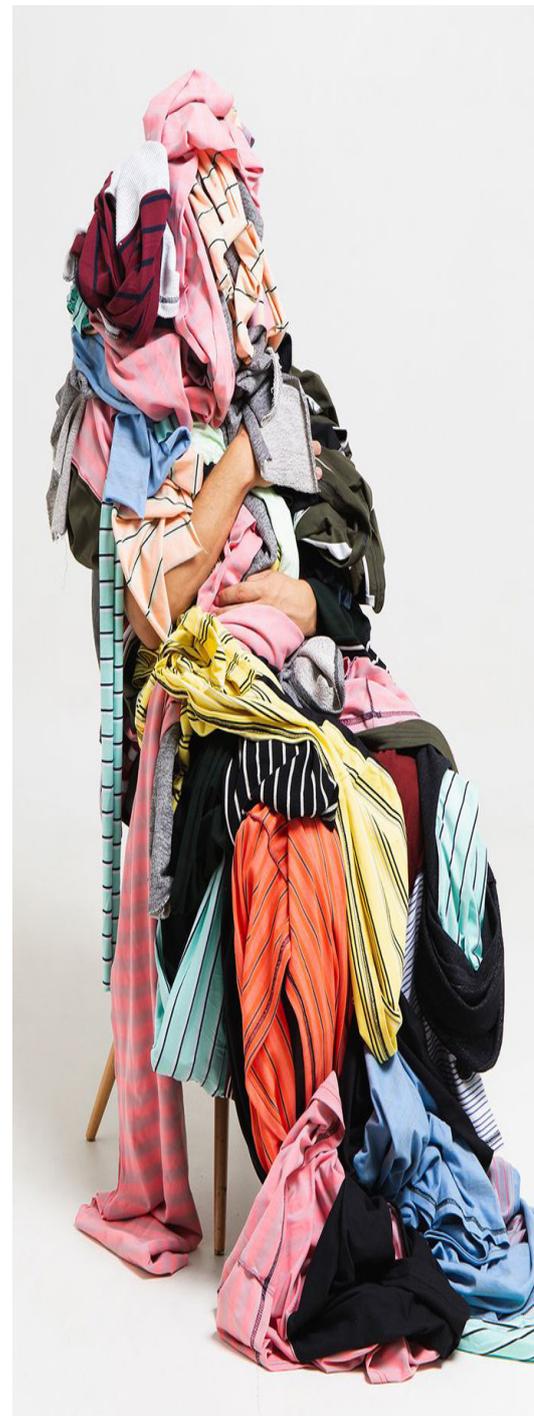
Oltre a questo grave problema ambientale, l'inquinamento derivante dalla produzione tessile ha effetti devastanti sulla salute delle popolazioni locali, degli animali e degli ecosistemi nelle aree dove si trovano le fabbriche, aggravando ulteriormente la crisi ecologica globale⁸.

Ogni anno, i cittadini dell'Unione Europea consumano circa 26 kg di prodotti tessili per persona e smaltiscono mediamente circa 11 kg.

A livello globale, circa 90 milioni di capi di abbigliamento vengono annualmente destinati alle discariche.

Sebbene alcuni di questi indumenti possano essere esportati al di fuori dell'Unione Europea, la maggior parte di essi viene incenerita o inviato alle discariche (87%).

A livello internazionale, meno dell'1% degli indumenti è riciclato come vestiario, in parte a causa delle tecnologie di riciclo insufficientemente sviluppate. Tra i materiali inquinanti che finiscono nelle discariche vi sono: filacce, scarti di fibre, ritagli e imballaggi derivanti dalla preparazione dei tessuti; fanghi risultanti dal trattamento delle acque reflue; e contenitori utilizzati per prodotti chimici e coloranti impiegati nei processi di tintura e finissaggio dei tessuti⁹.



8. ibidem

9. Agenda Digitale. (2022, 6 settembre). *Nuove tecnologie per un'industria tessile ecosostenibile: quali sono e come funzionano*. Agenda Digitale. Recuperato da <https://www.agendadigitale.eu/smart-city/nuove-tecnologie-per-unindustria-tessile-ecosostenibile-quali-sono-e-come-funzionano/>

L'inquinamento dei vestiti nel **deserto dell'Atacama**, in **Cile**, è un problema ambientale significativo che ha attirato l'attenzione internazionale.

Questo deserto, uno dei luoghi più aridi e remoti del pianeta, è diventato un punto di accumulo per i rifiuti tessili, in particolare per i vestiti di seconda mano e invenduti provenienti principalmente dall'Europa, dagli Stati Uniti e dall'Asia¹⁰.

La popolazione del deserto di Atacama, che conta circa 300.000 abitanti, si trova a fronteggiare una situazione di grande difficoltà a causa dell'accumulo massiccio di rifiuti tessili nel loro ambiente che si accumulano in montagne di tessuti abbandonati. In particolare, gli abitanti del deserto setacciano queste montagne di rifiuti tessili alla ricerca di indumenti ancora utilizzabili, che possono essere riparati, puliti e successivamente rivenduti. Questo processo di ricerca e recupero non solo fornisce loro vestiti necessari per la vita quotidiana, ma rappresenta anche una fonte di reddito vitale per molte famiglie locali. Le condizioni estreme del deserto non fermano l'ardore di queste persone, che affrontano le difficoltà climatiche e la dura realtà ambientale nella speranza di trovare e valorizzare ciò che per altri è considerato scarto.

Gabriel Boric, il presidente cileno, ha affrontato la questione in diversi contesti, sottolineando l'urgenza di affrontare questo problema ambientale significativo¹¹.

In **Bangladesh**, l'industria tessile, che è la seconda più grande al mondo dopo la Cina, gioca un ruolo cruciale nell'economia del paese, contribuendo al 20% del PIL e generando oltre 4 milioni di posti di lavoro¹².



10. Anteri Italia. (2022, 5 settembre). *Atacama, il deserto più arido del mondo è una discarica di vestiti usati*. Anteri Italia. Recuperato da <https://anteritalia.org/atacama-deserto-discarica-vestiti-usati-video/>

11. Bertoli, C. (2022, marzo). *Il deserto di Atacama: la discarica del fast fashion*. *Opinio Juris*. Recuperato da <https://www.opiniojuris.it/il-deserto-di-atacama-la-discarica-del-fast-fashion/>

12. Hydrotech Engineering. (n.d.). *L'industria tessile in Asia e in Bangladesh: un viaggio tra sviluppo economico e sfide ambientali di un settore in crescita*. Hydrotech Engineering. Recuperato da <https://www.hydrotechengineering.com/it/the-textile-industry-in-asia-and-bangladesh-a-journey-between-economic-development-and-environmental-challenges-of-a-growing-sector/>

Tuttavia, questo settore ha causato gravi problemi ambientali, soprattutto nelle aree industriali di Dhaka e Chittagong. Le fabbriche tessili del paese sono responsabili di circa l'80% dell'inquinamento delle acque, con conseguenze devastanti.

I fiumi Buriganga e Tongi, vitali per queste regioni, sono gravemente contaminati dai rifiuti industriali, che includono oltre 15.000 tonnellate di coloranti e sostanze chimiche tossiche ogni anno. Questi agenti inquinanti rendono l'acqua pericolosa per il consumo umano e compromettono l'ecosistema acquatico. Le comunità residenti nei quartieri circostanti, come Keraniganj e Savar, subiscono un alto rischio per la salute a causa dell'esposizione prolungata a queste sostanze nocive come malattie della pelle, disturbi respiratori e problemi gastrointestinali. Inoltre, i rifiuti tessili non trattati ammontano a circa 0,5 milioni di tonnellate all'anno, compromettendo il suolo agricolo circostante. Questi rifiuti alterano la composizione del terreno e impediscono la crescita di colture vitali, aggravando le difficoltà alimentari già presenti in queste comunità.

La situazione è ulteriormente complicata dalla mancanza di infrastrutture per il trattamento delle acque reflue e dalla gestione inadeguata dei rifiuti industriali. La carenza di sistemi di smaltimento sicuri e la pratica diffusa di scarichi non regolamentati contribuiscono all'escalation di problemi ambientali, rendendo urgente la necessità di soluzioni sostenibili e di regolamentazioni più rigorose per mitigare l'impatto ambientale dell'industria tessile in Bangladesh¹³.



13. Progetto Happiness. (2024, 3 giugno). *MADE IN BANGLADESH - La storia dei bambini operai nel fast fashion* [Video]. YouTube. Recuperato da <https://www.youtube.com/watch?v=LWvOI-Z4hPU0>

1.3 LO SFRUTTAMENTO DEI LAVORATORI NEL FAST FASHION

Il fenomeno del fast fashion è caratterizzato da abiti a basso costo e da una produzione incredibilmente veloce, questo è reso possibile principalmente grazie alla **delocalizzazione della produzione** nei paesi in via di sviluppo.

Questa strategia consente ai marchi di moda di mantenere i prezzi competitivi e di rispondere rapidamente alle tendenze del mercato, ma comporta gravi conseguenze come lo sfruttamento intensivo, dipendenti che spesso vengono sottopagati e trattati in condizioni disumane.

Le condizioni di lavoro nelle fabbriche di fast fashion sono estremamente precarie: molti lavoratori, inclusi bambini, sono costretti a lavorare per ore interminabili senza pause adeguate.

I bambini, privati dei diritti fondamentali, sono frequentemente costretti a lavorare incessantemente, spesso legati ai macchinari, privati del diritto all'istruzione e messi nella posizione di dover sostenere le famiglie in difficoltà economica. Questo sfruttamento non solo impedisce loro di vivere una normale infanzia, ma li espone anche a gravi rischi per la salute e, purtroppo, può anche condurre a incidenti fatali.

Per le grandi marche, il "taglio dei costi" viene realizzato abbassando i salari dei lavoratori e riducendo le spese per la manutenzione degli stabilimenti. Questa strategia porta a una maggiore violazione dei diritti umani.

Nei cosiddetti sweatshops del Bangladesh, per esempio, molte lavoratrici hanno riportato casi di abusi fisici da parte dei supervisori, che sostenevano di utilizzarli come metodo per aumentare la produttività e rispettare le scadenze dei marchi¹⁴.



14. L'Esodo. (2022, 6 giugno). *Lo sfruttamento dei lavoratori nel fast fashion*. L'Esodo. Recuperato da <https://www.esodo.info/primo-piano/lo-sfruttamento-dei-lavoratori-nel-fast-fashion/>

Un esempio significativo è **Shein**, un marchio di fast fashion cinese nato nel 2008 e noto per il suo elevato volume di produzione settimanale.

Secondo l'**ONG svizzera Public Eye**, le condizioni di lavoro nelle fabbriche di Shein sono gravemente problematiche¹⁵.

I dipendenti lavorano per oltre dieci ore al giorno, occupandosi di attività come il taglio, la cucitura e la stiratura degli abiti, con solo un giorno libero al mese. Le fabbriche sono descritte come prive di adeguate misure di sicurezza e senza finestre, con oltre 200 operai costretti a lavorare in ambienti angusti e malsani. In alcune strutture, la produzione raggiunge più di 1,2 milioni di capi al giorno, contribuendo a turni di lavoro estremamente lunghi e onerosi. Questo scenario mette in evidenza il contrasto tra i bassi costi dei prodotti finali e l'alto prezzo umano pagato per la loro produzione¹⁶.

Un tragico esempio di questa realtà è avvenuto il 24 aprile 2013 in Bangladesh, con il crollo del **Rana Plaza**, un edificio di otto piani che ospitava appartamenti, negozi e laboratori tessili che lavoravano per alcuni marchi noti del fast fashion, tra cui H&M e Benetton. Nei giorni precedenti al disastro, erano state notate delle crepe nell'edificio, segnalando un rischio imminente di crollo. In seguito a queste segnalazioni, tutte le attività presenti nell'edificio furono temporaneamente sospese, ad eccezione delle fabbriche tessili.

Nonostante il pericolo evidente, i proprietari delle fabbriche ordinarono ai lavoratori di presentarsi sul posto di lavoro il giorno successivo. Quello stesso giorno, l'edificio è crollato, causando la morte di 1.134 persone e il ferimento di oltre 2.500. Questo disastro è diventato uno dei simboli più tragici delle condizioni di sfruttamento e negligenza a cui sono



15. Fashion Network. (n.d.). Shein: l'ONG Public Eye rivela i retroscena non certo brillanti dietro al successo del brand. Fashion Network. Recuperato da <https://it.fashionnetwork.com/news/Shein-l-ong-public-eye-rivela-i-retroscena-non-certo-brillanti-dietro-al-successo-del-brand,1353885.html>

16. L'Esodo. (2022, 6 giugno). *Lo sfruttamento dei lavoratori nel fast fashion. L'Esodo*. Recuperato da <https://www.esodo.info/primo-piano/lo-sfruttamento-dei-lavoratori-nel-fast-fashion/>

sottoposti i lavoratori nel settore del fast fashion¹⁷.

L'**Unione Europea** sta puntando a trasformare il proprio modello di gestione dei rifiuti tessili, passando da un sistema lineare a uno **circolare**.

Questo nuovo approccio prevede che ogni capo di abbigliamento possa essere riutilizzato, riciclato, o almeno progettato per essere biodegradabile e compostabile. Questo obiettivo è particolarmente rilevante oggi, quando cresce la consapevolezza sull'urgenza di contrastare l'impatto ambientale del fast fashion. La transizione verso un modello circolare rappresenta una risposta necessaria alle sfide ecologiche attuali e un passo importante per ridurre il danno ambientale causato dalla produzione e dallo smaltimento dei vestiti.

L'eurodeputata **Delara Burkhardt** afferma "I consumatori da soli non possono riformare il settore tessile globale attraverso le loro abitudini di acquisto. Se lasciamo che il mercato si autoregoli, lasciamo la porta aperta a un modello di fast fashion che sfrutta le persone e le risorse del pianeta", aggiungendo: "L'Ue deve obbligare legalmente i produttori e le grandi aziende di moda a operare in modo più sostenibile"¹⁸.



17. Terzo Millennio UIL. (n.d.). *I mali del fast fashion*. Terzo Millennio UIL. Recuperato da <https://terzomillennio.uil.it/blog/i-mali-del-fast-fashion/>

18. Euronews. (2023, 7 agosto). *La battaglia dell'Unione europea contro il fast fashion*. Euronews. Recuperato da <https://www.euronews.com/next/2023/08/07/la-battaglia-dell-union-europea-contro-il-fast-fashion>

1.4 MATERIALI INNOVATIVI PER IL SETTORE MODA

Il settore tessile, uno dei più inquinanti al mondo¹⁹, sta affrontando una crescente pressione per ridurre il proprio impatto ambientale e adottare pratiche più sostenibili.

L'industria della moda tradizionale è responsabile di enormi quantità di rifiuti, emissioni di gas serra e consumo eccessivo di risorse naturali, il che ha scatenato una risposta globale alla ricerca di soluzioni più ecologiche.

In questo contesto, la ricerca e lo sviluppo di materiali innovativi ed ecosostenibili stanno assumendo un'importanza cruciale.

Negli ultimi anni, numerosi studi e progetti hanno mirato a trasformare il panorama tessile attraverso l'introduzione di fibre e materiali alternativi, progettati per ridurre l'impatto ambientale della produzione e del consumo di abbigliamento.

Questo tipo di innovazione non solo risponde alle preoccupazioni ambientali, ma rappresenta anche un'opportunità per ripensare il ciclo di vita dei materiali tessili, favorendo un modello più circolare ed eco-friendly.

Perché i materiali possano essere considerati ecosostenibili, è necessario che siano non solo riciclati, biodegradabili e riutilizzabili, ma anche di alta qualità, durevoli e privi di sostanze tossiche. Devono essere accessibili a tutti, con una disponibilità crescente e non riservati a una ristretta élite di consumatori. Questa spinta verso un cambiamento di sistema è stata accentuata anche dalla crisi economica nel settore della moda, aggravata nel 2020 con l'avvento del Covid²⁰.

Questo capitolo si concentra su una selezione di materiali innovativi che stanno rapidamente emergendo nel settore tessile. La scelta di analizzare questi materiali è motivata dalla loro capacità di rispondere alle crescenti esigenze di sostenibilità e riduzione dell'impatto ambientale. Tra i materiali analizzati, quelli di origine vegetale rappresentano una valida alternativa alle fibre sintetiche tradizionali, grazie alla loro biodegradabilità e al ridotto impatto ambientale. L'utilizzo di scarti alimentari, come quelli derivati dalla produzione di frutta e verdura, costituisce un ulteriore esempio significativo di innovazione, questo approccio non solo promuove il riciclo, ma trasforma i rifiuti organici in risorse preziose. Il capitolo esplora inoltre le fibre ispirate alla natura, che imitano la struttura e le proprietà dei materiali naturali, ma sono progettate per essere più sostenibili e meno impattanti. Infine, vengono esaminate le più recenti novità nel campo dei materiali tessili, che comprendono tecnologie emergenti e approcci innovativi.

19. Parlamento Europeo. (2020, 8 dicembre). *L'impatto della produzione e dei rifiuti tessili sull'ambiente [Infografica]*. Parlamento Europeo. Recuperato da <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20201208ST093327/l-impatto-della-produzione-e-dei-rifiuti-tessili-sull-ambiente-infografica>

20. WorkInvoice. (n.d.). *The next normal: effetto Covid, come cambia il settore della moda*. WorkInvoice. Recuperato da <https://www.workinvoice.it/the-next-normal-effetto-covid-come-cambia-il-settore-della-moda/>

I materiali selezionati sono stati organizzati in categorie, ciascuna caratterizzata da una diversa tipologia di risorsa o tecnologia.

Materiali di Origine Vegetale

Questa categoria include materiali derivati direttamente da piante, spesso utilizzando scarti agricoli o sottoprodotti:

Malai, Vegea, Orange Fiber, Bananatex, Piñatex, Desserto, Incredible Cotton, Apple Skin;

Materiali a Base di Funghi e Microorganismi

Questi materiali sfruttano la crescita di funghi e la fermentazione di microorganismi per creare tessuti innovativi:

Mylo, BioCouture, Kombucha;

Materiali a Base di Fibre Naturali Sostenibili

Qui si trovano materiali realizzati con fibre naturali che offrono durabilità e ridotto impatto ambientale:

Canapa, Polvere di Grafite, Chitosan Fabric;

Materiali Innovativi e Sperimentali

Questa categoria raccoglie materiali che rappresentano l'avanguardia dell'innovazione tessile, spesso basati su nuove tecnologie:

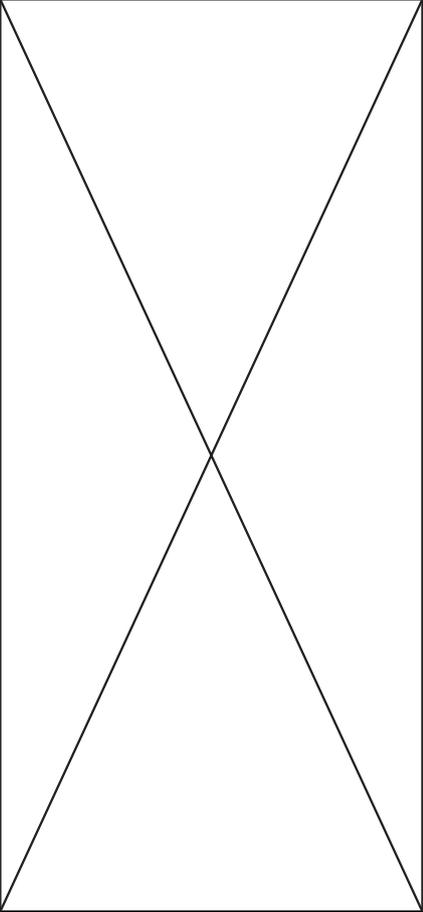
Spray-On, Biosteel, Lab-Grown Leather, QMilk, Zoa, Microsilk;

Scheda tecnica analisi materiali innovativi

1.

2.

3.

4. 

5.

6.

7.

- 1. Titolo
- 2. Categoria
- 3. Info fondatori
- 4. Immagini evocative
- 5. Materiale e processo produzione
- 6. Proprietà fisiche
- 7. Vantaggi e Svantaggi

MALAI

ORIGINE VEGETALE

Fondatori: **Susmith**, ingegnere meccanico, **Zuzana Gombosova**, designer di materiali.
India, Kerala;
2017;



Malai è un materiale tessile innovativo realizzato a partire dai rifiuti di cocco, in particolare dalle fibre della buccia e della polpa del frutto. Il processo di produzione di Malai inizia con la raccolta di questi sottoprodotti, che vengono poi sottoposti a un processo di essiccazione per ridurre l'umidità. Successivamente, le fibre essiccate vengono macinate e trasformate in una polvere fine. Questa polvere viene miscelata con un legante naturale e un agente di rinforzo per migliorare la consistenza e le proprietà meccaniche del materiale. Il composto risultante viene applicato su un supporto, come un tessuto di base, mediante tecniche di laminazione o rivestimento. Il materiale viene poi asciugato, indurito e colorato tramite coloranti vegetali. La produzione di Malai supporta i coltivatori di cocco locali, utilizzando l'**acqua di cocco**, che diversamente verrebbe sprecata durante la lavorazione, causando inquinamento e acidificazione del suolo, come nutriente per i batteri necessari alla produzione della **cellulosa**, la base del tessuto di Malai²¹.

Come risultato si ottiene una pelle altamente **resistente**, grazie all'aggiunta di fibre naturali, gomme e resine, adatta per accessori come borse, portafogli ed arredamento. Le pelli sono anche **flessibili e adattabili**, facilitando la loro lavorazione e rendendo possibile creare svariate forme. Inoltre sono **traspiranti**, caratteristica importante per i prodotti che entrano a diretto contatto con la pelle, leggere e isolanti . 22



- materiale privo di sostanze tossiche;
- prodotto da sottoprodotti dell'industria del cocco, riduce così rifiuti;
- struttura porosa che lo rende traspirante;
- utilizzo di risorse locali;



- durata limitata dei prodotti;
- esposizione prolungata all'acqua può compromettere struttura;
- processo di produzione costoso;
- produzione dipende da disponibilità di acqua di cocco;
- utilizzo di risorse locali;

21. Malai. (n.d.). About Malai material. Malai. Recuperato da <https://malai.eco/blogs/news/about-malai-material>

22. Vestilanatura. (n.d.). *Malai: pelli vegetali vegane*. Vestilanatura. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/malai/>

VEGEA

ORIGINE VEGETALE

Fondatori: **Gianpiero Tessitore**, architetto, **Francesco Merlino**, chimico;
Italia, Milano;
2016;



Vegea è un materiale innovativo prodotto dalle **vinacce**, i residui solidi derivanti dalla vinificazione delle uve. Il processo di produzione inizia con l'essiccazione e la macinazione delle vinacce, creando una polvere fine ricca di polifenoli e fibre vegetali. Questa polvere viene mescolata con un legante naturale e trattata con un agente di rinforzo per migliorare le proprietà meccaniche. Il composto ottenuto viene poi applicato su un supporto, come un tessuto di base, mediante laminazione o rivestimento, conferendo al Vegea una consistenza simile alla pelle e permettendo personalizzazioni nella finitura superficiale. La colorazione finale è effettuata con coloranti vegetali. Vegea è Made in Italy; l'azienda ha ottenuto la certificazione "**Global Recycled Standard**" (GRS), attestando la qualità e la sostenibilità del materiale. Utilizzato in abbigliamento, scarpe e accessori, Vegea ha anche visto importanti collaborazioni, come con Bentley per gli interni dei veicoli. Tutti i prodotti sono vegani e controllati²³.

Le pelli di Vegea sono caratterizzate da una pelle liscia e morbida. Grazie all'origine vegetale hanno una buona resistenza all'usura, pur essendo leggere e flessibili. Un aspetto rilevante è la loro durabilità, resistenti all'abrasione e all'usura quotidiana, garantendo una lunga durata anche sotto utilizzo intenso. Le pelli offrono una protezione adeguata contro l'umidità e possono essere facilmente pulite. La tintura essendo eseguita con coloranti ecologici è uniforme e duratura²⁴.



- colorazione naturale;
- prodotti realizzati da scarti, riduzione dei rifiuti e materiali a base di petrolio;
- certificazione prodotti;
- valore aggiunto del Made in Italy;
- processi produttivi sostenibili;



- prodotti a prezzo elevato per costi alti produzione e lavorazione;
- produzione dipende da disponibilità scarti di vinificazione;

23. Vestilanatura. (n.d.). Vegea: pelli vegetali vegane. Vestilanatura. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/vegea/>

24. Vegea. (n.d.). Handbags & accessories. Vegea. Recuperato da <https://www.vegeacompany.com/handbags-accessories/>

ORANGE FIBER

ORIGINE VEGETALE

Fondatori: **Adriana Santanocito** e **Enrica Arena**, studentesse del Politecnico di Milano; Italia, Catania; 2014;



Orange Fiber produce tessuti sostenibili ricavati dagli **scarti degli agrumi**. La produzione di Orange Fiber inizia con la raccolta delle bucce di arance, che provengono dalle industrie agroalimentari che producono succo. Questi scarti vengono trattati a Catania, dove la cellulosa viene estratta dalle bucce di agrumi. L'estrazione avviene mediante un processo di fermentazione e purificazione, che consente di ottenere una pasta di cellulosa. Questa cellulosa viene poi trasportata in Austria, dove viene trasformata in **fibra tessile Lyocell**, composta da cellulosa d'arancia e legno certificato, garantendo sostenibilità e basso impatto ambientale. Dopo la produzione della fibra, essa viene filata e trasformata in tessuto presso strutture in Lombardia.

Il tessuto Orange Fiber viene poi tessuto utilizzando tecniche tradizionali o moderne, e sottoposto a trattamenti di finitura per migliorare la morbidezza e la durabilità. La colorazione finale è effettuata con tinture ecologiche, che riducono ulteriormente l'impatto ambientale del processo produttivo²⁵. Ci sono state importanti collaborazioni con l'azienda, come quella con Salvatore Ferragamo²⁶.

Il tessuto si presenta con un aspetto setoso e liscio al tatto, offrendo comfort e morbidezza sulla pelle. Le sue prestazioni includono un'elevata resistenza e capacità di assorbire l'umidità, inoltre, è ipoallergenico e biodegradabile.

Il tessuto essendo una viscosa, è leggero, altamente traspirante, si asciuga rapidamente e resiste alle pieghe, riducendo così il consumo d'acqua.

Gli indumenti realizzati con questo materiale possono essere lavati sia a mano che in lavatrice²⁷.



- tessuto lavabile anche in lavatrice;
- altamente traspirante;
- tessuti meno soggetti a pieghe, facilita manutenzione e riduce consumo acqua;
- utilizzati scarti, riduzione rifiuti;



- potrebbe non avere elevate proprietà idropellenti senza ulteriori trattamenti
- processo di produzione costoso;
- produzione dipende da disponibilità di scarti degli agrumi;

25. Bonaccorso, M. (2022, marzo). *La moda sostenibile profuma d'arancia: intervista a Enrica Arena*. *Moda*.

26. Orange Fiber. (n.d.). *Salvatore Ferragamo Museum: Sustainable Thinking*. *Orange Fiber*. Recuperato da <https://orangefiber.it/it/notizie/salvatore-ferragamo-museum-sustainable-thinking/>

27. Orange Fiber. (n.d.). *Sample kit*. *Orange Fiber*. Recuperato da <https://orangefiber.it/it/sample-kit/>

BANANATEX

ORIGINE VEGETALE

Fondatori: **QWSTION**, azienda svizzera fondata da **Hannes Schoenegger, Christian Kaegi** e **Fabrice Aeberhard**;
Svizzera, Zurigo;
QWSTION 2008, Bananatex 2018;



Bananatex è un tessuto realizzato con fibre estratte dallo **stelo del banana Abacà**, una pianta originaria delle Filippine. L'Abacà viene coltivato naturalmente, senza l'uso di additivi chimici, e cresce insieme ad altre colture in un sistema agroforestale che promuove la biodiversità e il rimboschimento. Questo metodo di coltivazione non solo protegge l'ambiente, ma migliora anche le condizioni economiche degli agricoltori locali.

La produzione di Bananatex inizia con la raccolta delle foglie e dei fusti di banana, che sono sottoposti a un processo di estrazione delle fibre. Questi materiali vegetali vengono prima puliti e trattati per rimuovere le impurità. Successivamente, le fibre vengono essiccate e macinate per ottenere una pasta fibrosa. La pasta di fibre di banana viene poi trasformata in filati attraverso un processo di filatura. Questi filati vengono tessuti per creare il tessuto Bananatex. Dopo la tessitura, il materiale viene trattato per migliorare la sua resistenza e morbidezza, e può essere colorato utilizzando tinture ecologiche, che minimizzano l'impatto ambientale.

Bananatex è un tessuto robusto e leggero, caratterizzato da una texture leggermente ruvida e opaca che conferisce un aspetto organico. Il tessuto è noto per la sua resistenza e durabilità, altamente traspirante e offre una certa resistenza all'acqua, pur potendo essere ulteriormente trattato per migliorare l'idrorepellenza. Oltre alle sue prestazioni fisiche, Bananatex è sostenibile e biodegradabile. La sua produzione avviene con un impatto minimo, supportando pratiche ecologiche e rispettose dell'ambiente²⁸.



- robustezza;
- aspetto elegante;
- sistema agroforestale che riduce deforestazione e mantiene habitat naturali;



- limitata la funzionalità in ambienti molto umidi;
- processo di produzione costoso;

28. Bananatex. (n.d.). Bananatex. Bananatex. Recuperato da <https://www.bananatex.info>

PINATEX

ORIGINE VEGETALE

Fondatori: **Ananas Anam**, fondata da **Carmen Hijosa**;
Regno Unito, Londra;
2013;



Piñatex è un tessuto innovativo e sostenibile realizzato a partire dalle foglie di ananas, un sottoprodotto agricolo che altrimenti verrebbe scartato. Le foglie vengono raccolte nelle Filippine, dove le comunità locali partecipano alla raccolta e alla lavorazione iniziale. Il materiale grezzo, trasformato in rotoli di maglia non tessuta, viene inviato in Spagna per rifinitura, e la vendita avviene tramite la sede londinese dell'azienda. Le foglie vengono pulite e trattate con un processo di macerazione per separare le fibre di cellulosa dalla parte legnosa delle foglie. Questo processo può includere l'uso di acqua e agenti naturali. Le fibre estratte vengono essiccate per ridurre l'umidità. Dopo l'essiccazione, le fibre vengono macinate per ottenere una pasta fibrosa fine. La pasta di fibre viene mescolata con un legante naturale per ottenere una consistenza pastosa. Dopo l'applicazione della pasta, il materiale viene asciugato e indurito in un processo che conferisce stabilità e durabilità al prodotto finale. Questa fase può includere l'uso di calore e pressioni controllate per assicurare che il materiale raggiunga le proprietà desiderate. Il materiale viene quindi trattato con coloranti ecologici per ottenere le colorazioni finali. Questo processo ha creato una nuova fonte di reddito per le comunità agricole locali²⁹.

Piñatex è caratterizzato da una superficie opaca e leggermente ruvida che emula l'aspetto del cuoio naturale. Il tessuto è robusto e leggero, combinando resistenza e flessibilità, il che lo rende ideale per borse e accessori. Realizzato con fibre di ananas mescolate a una base di mais, offre una durabilità elevata e una buona resistenza all'usura. Sebbene possieda una certa resistenza all'acqua, può essere trattato ulteriormente per migliorare la sua idrorepellenza. Dal punto di vista tecnico presenta una struttura che facilita la lavorazione; è morbido al tatto e facile da pulire, richiedendo solo una manutenzione minima per preservare il suo aspetto e le sue prestazioni nel tempo³⁰.



- tessuto resistente e durevole;
- facile da pulire e mantenere;
- produzione con impronta di carbonio inferiore rispetto a quella del cuoio;



- disponibilità gamma prodotti limitata;
- processo di produzione costoso;
- tessuto sensibile alla luce solare e al calore, potrebbe causare cambiamenti colore o deterioramento;

29. Bananatex. (n.d.). Bananatex: The world's first durable, waterproof fabric made purely from banana plants. Bananatex. Recuperato da <https://www.bananatex.info>

30. Vestilanatura. (n.d.). Piñatex: Pelli vegetali vegane. Vestilanatura. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/pinatex/>

DESSERTO

ORIGINE VEGETALE

Fondatori: **Adrian Lopez Velarde** e **Maia Mendoza**;
Messico;
2019;



Desserto utilizza la pelle di cactus, un materiale innovativo e ecologico; il processo di produzione inizia con la raccolta delle foglie di cactus nopal.

La raccolta delle foglie di cactus avviene in modo da garantire che la pianta possa continuare a crescere e produrre. Le foglie vengono poi pulite e sottoposte a un processo di essiccazione naturale, che riduce l'umidità e in seguito le foglie vengono trattate attraverso una serie di processi meccanici e chimici. Viene trasformata in un composto che può essere lavorato in vari formati, come rotoli di materiale per tessuti, e miscelata con altri componenti. Il composto finale è progettato per garantire una resistenza che dura almeno dieci anni. Desserto trova applicazione nel mondo della moda e nell'industria automobilistica per la creazione di interni di veicoli sostenibili³¹.

Esteticamente, presenta una superficie opaca e leggermente ruvida, con una finitura elegante che può variare leggermente in base al trattamento e alla colorazione; presenta leggere variazioni nella trama che sottolineano la sua origine vegetale ed è disponibile in diverse colorazioni e finiture.

Desserto è un materiale con una durabilità che può superare i dieci anni. La traspirabilità del materiale è paragonabile a quella del cuoio animale e ha una buona gestione dell'umidità; è relativamente leggero e mantiene una buona flessibilità, facilitando la lavorazione e l'adattamento a diverse applicazioni.

Dimostra una resistenza all'usura e agli strappi. La manutenzione è semplice: il materiale può essere pulito con un panno umido³².



- tessuto resistente e durevole;
- coloranti naturali;
- produzione che richiede meno acqua ed energia della lavorazione del cuoio tradizionale;



- suscettibile a graffi e segni;
- processo di produzione costoso;
- riparazione complessa a causa della composizione e struttura;

31. D'Andrea, C. (2020, 18 agosto). Desserto: La pelle vegana realizzata a partire dalle foglie di cactus. Vanity Fair. Recuperato da <https://www.vanityfair.it/experienceis/sostenibilita/2020/08/18/desserto-pelle-vegana-cactus-tessuto-sostenibile>

32. Desserto. (n.d.). Home. Recuperato da <https://desserto.com.mx/home>

INCREDIBLE COTTON

ORIGINE VEGETALE

Fondatore: **Pangaia**;
Regno Unito, Londra;
2018;



Incredible Cotton è un tessuto innovativo creato per affrontare le problematiche ambientali associate alla produzione tradizionale di cotone. La produzione di questo materiale inizia con la selezione di varietà di cotone specificamente coltivate con metodi sostenibili. Questo approccio riduce l'uso di pesticidi e sostanze chimiche, minimizzando l'impatto ambientale sin dalle fasi iniziali. Dopo la raccolta, il cotone viene sottoposto a un processo di pulizia per rimuovere impurità e residui. Questa fase è cruciale per garantire che solo le fibre di alta qualità entrino nel successivo processo di filatura. Le fibre pulite vengono quindi cardate e filate per ottenere filati di cotone. Una volta ottenuti i filati, questi vengono tessuti attraverso metodi tradizionali o avanzati. La tessitura può includere trattamenti che aumentano la morbidezza e la resistenza del tessuto, mantenendo sempre un occhio di riguardo per la sostenibilità ambientale. Il tessuto finito viene poi colorato utilizzando tinture ecologiche che riducono l'impatto ambientale rispetto ai coloranti chimici tradizionali.

Incredible Cotton conserva la morbidezza e il comfort tipici del cotone tradizionale, garantendo una sensazione piacevole sulla pelle. Il tessuto è progettato per essere delicato e confortevole, simile al cotone convenzionale in termini di tatto e adattabilità. Come il cotone tradizionale, Incredible Cotton offre una buona traspirabilità³³.



- minimizzare uso pesticidi;
- caratteristiche fisiche simili a quelle del cotone tradizionale;



- condizioni di lavaggio specifiche;
- costo produzione elevato;
- utilizzo di risorse locali;

33. Vestilanatura. (n.d.). *Incredible cotton Galy*. Vestilanatura. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/incredible-cotton-galy/>

APPLE SKIN

ORIGINE VEGETALE

Fondatore: **Frumat**, azienda fondata da **Alberto Volcan**;
Italia, Bolzano;
2016;



Apple Skin è un materiale creato a partire dagli scarti della produzione di mele.

La produzione di Apple Skin inizia con la raccolta di scarti di mele, come bucce e polpa, provenienti dalle industrie che producono bevande. Questi residui, ricchi di cellulosa e altri composti vegetali, vengono sottoposti a un processo di macerazione in cui vengono lavati, sminuzzati e trasformati in una poltiglia fibrosa che viene trattata attraverso un processo che la trasforma in una polvere di dimensioni nanometriche. La polvere viene combinata con un legante naturale e poliuretano a base d'acqua, creando un composto che può essere applicato su un supporto tessile costituito da diverse tipologie di fibre, come il Lyocell, una fibra vegetale sostenibile, o fibre derivanti da bottiglie di plastica riciclate (RPET). Il composto viene steso sul tessuto di base tramite tecniche di laminazione o rivestimento, dopodiché il materiale viene sottoposto a un processo di asciugatura e indurimento. Il risultato è un materiale completamente vegano e biodegradabile, che al termine del suo ciclo di vita può decomporsi senza lasciare residui dannosi³⁴.

Il materiale ha una consistenza simile a quella della pelle, con una superficie che può essere personalizzata in termini di morbidezza, grana e lucentezza e può essere lavorata per ottenere texture diverse, che vanno da una finitura liscia e uniforme a una più ruvida e strutturata, simile alla pelle scamosciata. un'eleganza discreta. Apple Skin è anche resistente e duraturo, con una struttura che gli conferisce una buona tenacità e resistenza all'usura³⁵.



- uso circolare delle risorse;
- biodegradabilità a fine vita;
- cruelty free e vegano;



- limitazioni estetiche;
- componente di poliuretano
- costo produzione elevato;

34. AppleSkin. (n.d.). AppleSkin. AppleSkin. Recuperato da <https://www.appleskin.com/appleskin>

35. Vestilanatura. (n.d.). *AppleSkin*. Vestilanatura. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/appleskin/>

MYLO

Fondatore: **Bolt Threads**;
USA, California;
2017;

**BASE DI FUNGHI E
MICROORGANISMI**



Mylo™ è un'alternativa sostenibile alla pelle, realizzata a partire dal micelio, la struttura simile alle radici dei funghi. Il micelio è un sistema di filamenti sotterranei simile alle radici delle piante, che cresce rapidamente e può essere coltivato su una varietà di substrati organici. Creato dagli scienziati e ingegneri di Bolt Threads, inaugura l'era della "pelle di funghi".

La produzione richiede meno energia, terra e risorse rispetto all'allevamento del bestiame. Il micelio viene coltivato su substrati ricchi di nutrienti, spesso composti da scarti agricoli, come segatura o paglia, che forniscono l'ambiente ideale per la crescita. In queste condizioni, il micelio si espande rapidamente, formando una struttura densa e fibrosa³⁶. In seguito il micelio viene raccolto e compattato per creare fogli di materiale, i quali vengono trattati con una combinazione di pressatura e aggiunta di agenti leganti naturali, che migliorano la coesione e la resistenza del materiale. Successivamente, il materiale viene lavorato per ottenere la texture e la morbidezza desiderate, attraverso un processo di rifinitura che può includere l'applicazione di cere o oli naturali. Questo materiale è stato adottato da marchi di fama mondiale, tra cui adidas e Stella McCartney, per le sue eccellenti proprietà e il suo basso impatto ambientale³⁷.

Le proprietà fisiche di Mylo includono una texture morbida e flessibile, simile alla pelle animale, ma con una durabilità che lo rende adatto per una varietà di applicazioni, dai capi di abbigliamento agli accessori e agli articoli di arredamento. Il materiale è anche traspirante, il che lo rende confortevole da indossare e utilizzare in diversi contesti climatici. Mylo offre ai consumatori e ai produttori una soluzione di alta qualità e sostenibile³⁸.



- necessaria poca energia, terra e risorse;
- cresce rapidamente;
- bassa impronta di carbonio;



- difficile accettazione nel mercato per scetticismo di alcuni consumatori;
- costo produzione elevato;

36. Mylo. (n.d.). Mylo Unleather. Mylo. Recuperato da <https://mylo-unleather.com>

37. Mylo. (n.d.). Mylo Unleather. Mylo. <https://mylo-unleather.com>

38. Vestilanatura. (n.d.). Mylo. Vestilanatura. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/mylo/>

BIOCOUTURE

Fondatore: **Suzanne Lee**;
Regno Unito, Londra;
2006;

BASE DI FUNGHI E
MICROORGANISMI



Il materiale di **cellulosa batterica**, sviluppato attraverso la coltura di microbi e batteri, è completamente biodegradabile. Suzanne Lee ha scoperto come utilizzare microbi che fermentano bevande a base di caffeina per creare tessuti. La produzione di BioCouture inizia con la fermentazione di una coltura di batteri specifici, in particolare **Acetobacter xylinum**, un microrganismo noto per la sua capacità di produrre cellulosa. Questa coltura viene cresciuta in una soluzione nutritiva, che può includere zuccheri e altri nutrienti necessari per sostenere la crescita batterica. Durante la fermentazione, i batteri metabolizzano gli zuccheri e producono nanofibre di cellulosa che si aggregano per formare una pellicola solida sulla superficie del liquido, una volta sufficientemente spessa, viene raccolta e sottoposta a un processo di purificazione. Dopo il lavaggio, il materiale viene lasciato asciugare, si riduce in spessore e acquista consistenza. In questa fase, è possibile modellare il materiale secondo le esigenze del design, poiché è altamente malleabile quando ancora umido. Questo processo non genera scarti né inquinamento, poiché il materiale, essendo un organismo vivente, può ritornare alla sua forma originale. I prodotti sono esposti al Museo della Scienza di Londra. Alcuni tessuti prodotti assomigliano al cuoio mentre altri hanno una consistenza simile alla seta³⁹.

Il tessuto ottenuto ha una struttura simile alla pelle animale, con una consistenza che può variare dal cuoio alla seta, a seconda del trattamento. È estremamente leggero e flessibile, offrendo comfort e adattabilità. Inoltre, può essere reso impermeabile, aumentando la sua versatilità per diverse applicazioni. La cellulosa è anche traspirante; inoltre, la sua produzione non richiede l'uso di sostanze chimiche tossiche⁴⁰.



- produzione domestica;
- no uso di sostanze tossiche;
- crescita rapida;
- personalizzazione della texture



- sensibile all'umidità;
- limitazione nella produzione in larga scala;

39. Fiori e Foglie. (2010, 7 luglio). *Biocouture: se i vestiti li fanno i batteri dal caffè*. TGcom24. Recuperato da <https://fioriefoglie.tgcom24.it/2010/07/biocouture-se-i-vestiti-li-fanno-i-batteri-dal-caffe/>

40. Stile. (2014, 25 febbraio). *Biocouture: il lato fashion dei batteri*. Stile. Recuperato da <https://www.stile.it/2014/02/25/biocouture-il-lato-fashion-dei-batteri-17334-id-106494/>

KOMBUCHA

BASE DI FUNGHI E
MICROORGANISMI

Fondatore: **Suzanne Lee**;
Regno Unito, Londra;
2003;



Il materiale di Kombucha è un prodotto innovativo derivato dalla **fermentazione del tè Kombucha**, una bevanda tradizionale nota per le sue proprietà probiotiche. Durante il processo di fermentazione, una simbiosi di batteri e lieviti (nota come **SCOBY**) produce una pellicola di cellulosa che può essere raccolta e trasformata in un materiale simile alla pelle. La produzione del materiale inizia con la preparazione del tè, solitamente una miscela di tè nero o verde con zucchero, che funge da nutriente per i microrganismi. Una coltura di SCOBY viene quindi introdotta nella soluzione, avviando un processo di fermentazione che dura da una a due settimane. Durante questo periodo, il SCOBY metabolizza lo zucchero e produce strati di cellulosa, che si accumulano sulla superficie del liquido. Una volta che la pellicola di cellulosa raggiunge lo spessore desiderato, viene rimossa dalla soluzione e sottoposta a un processo di pulizia. La pellicola viene quindi essiccata, durante la quale si riduce in spessore e acquista una consistenza simile alla pelle. Dopo l'essiccazione, il materiale può essere trattato con diversi agenti per migliorarne la resistenza e la durabilità. È possibile tingere il materiale utilizzando coloranti naturali, conferendo al prodotto finale una varietà di colori e finiture.



Il materiale di Kombucha ha una consistenza unica, simile a quella della pelle, ma con una superficie più delicata e una sensazione più leggera. È naturalmente opaco, ma può essere trattato per ottenere finiture più brillanti o opache a seconda delle esigenze. La sua texture può variare da liscia a leggermente ruvida. Il materiale è flessibile e può essere facilmente modellato, rendendolo adatto per una vasta gamma di applicazioni. Tuttavia, la sua resistenza è inferiore rispetto ai tessuti tradizionali, il che potrebbe limitarne l'uso in prodotti soggetti a usura intensa⁴¹.



- produzione domestica;
- no uso di sostanze tossiche;
- versatilità nel design;
- leggerezza;



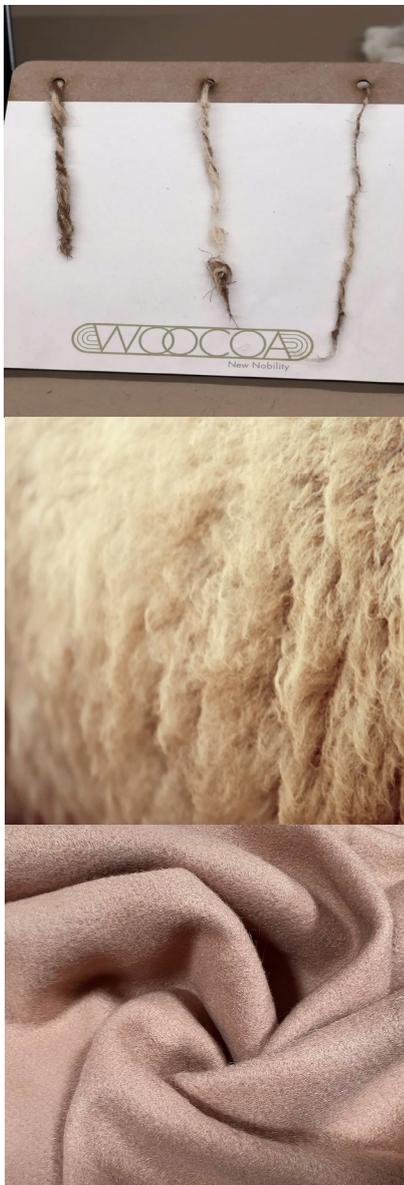
- estetica e consistenza irregolari;
- limitazione nella produzione in larga scala;

41. Munk Kombucha. (n.d.). *Cos'è il tè kombucha. Munk Kombucha*. Recuperato da https://munkombucha.com/it/pages/cos-e-il-te-kombucha?srltid=Afm-BOopzc8ZY3kTT0N7H-njIBHINgnSXZ-SaLS3NO_WT4Rv2-KP_0E9y7

WOOCOA

FIBRE NATURALI E
SOSTENIBILI

Fondatore: team di **studenti** della Universidad de los Andes;
Colombia;
2018;



La produzione di Woocoa si svolge in un ciclo a circuito chiuso, dalla collaborazione tra studenti e professori dei dipartimenti di biologia, ingegneria chimica e progettazione dell'università colombiana. Il team ha scoperto che gli enzimi dei funghi potevano essere utilizzati per degradare la lignina, i polimeri organici che rendono le cellule vegetali dure e ruvide. Ciò ha permesso di rendere la fibra di cocco e la canapa molto più morbide, conferendo loro una texture più simile alla lana. Inoltre, la degradazione della lignina ha rimosso i colori naturali delle fibre, preparandole alla tintura. L'obiettivo è di massimizzare l'utilizzo di ogni grammo di materiale sprecato dall'industria della marijuana medicinale, senza l'uso di sostanze chimiche nocive e riducendo al minimo l'impronta di carbonio. La lana vegetale ottenuta viene prodotta combinando fibre di canapa e cocco, che vengono poi trattate con enzimi estratti dai funghi ostrica per migliorarne le proprietà. Questa innovazione sostenibile ha ottenuto riconoscimenti significativi, vincendo il PETA Prize for Animal-Free Wool alla Biodesign Challenge del 2018, sponsorizzata da PETA e Stella McCartney, che si è tenuta al Museum of Modern Art di New York City⁴².

Le fibre di cocco impiegate in Woocoa sono naturalmente igroscopiche, termiche e antimicrobiche, mentre le fibre di canapa aggiungono durabilità e facilità di tintura, rendendo il tessuto risultante ideale per l'industria tessile. Attraverso un processo di degradazione controllata delle fibre, si ottiene un tessuto morbido e di alta qualità. Woocoa è traspirante e offre un elevato comfort termico. Essendo un materiale vegano, ecologico e bio-fabbricato, Woocoa rappresenta un'alternativa etica e sostenibile alla lana tradizionale⁴³.



- cruelty free e vegano;
- naturalmente anti microbico;
- bassa impronta di carbonio;



- durabilità inferiore;
- costo produzione elevato;

42. Purva. (2020, 5 dicembre). *Woocoa: vegan wool from coconut and hemp*. *Apparel Talks by Purva*. Recuperato da <https://appareltalksby-purva.wordpress.com/2020/12/05/woocoa-vegan-wool-from-coconut-and-hemp/>

43. Smithsonian Magazine. (2022, 22 novembre). *Cosa ci vorrà per realizzare la lana vegana?* Smithsonian Magazine. Recuperato da <https://www.smithsonianmag.com/innovation/what-will-it-take-to-make-vegan-wool-180969478/>

LA METHODE

Fondatore: **Pauline Panaud**;
Francia, Troyes;
2021;

FIBRE NATURALI E
SOSTENIBILI



Il tessuto di ortica di La Methode è un materiale innovativo creato utilizzando le fibre della pianta di ortica. Questa pianta è conosciuta per le sue proprietà ecologiche e per la sua capacità di crescere rapidamente in condizioni diverse, rendendola una scelta sostenibile per la produzione tessile. L'esplorazione delle fibre liberiane ci ha condotto all'ortica. Una volta che le piante di ortica raggiungono la maturità, vengono raccolte e le fibre vengono estratte dalle parti della pianta. Le fibre ottenute vengono poi preparate attraverso trattamenti che rimuovono le impurità e le rendono pronte per la filatura. Successivamente, le fibre vengono filate. Infine, il tessuto di ortica può essere sottoposto a trattamenti di finissaggio per migliorare alcune sue caratteristiche come la resistenza all'acqua o la morbidezza, senza compromettere la sua sostenibilità. Il tessuto di ortica è completamente biodegradabile, contribuendo a ridurre i rifiuti tessili. Le fibre di ortica hanno anche proprietà antibatteriche naturali, che aiutano a ridurre la crescita di batteri e la formazione di odori sgradevoli.

Il tessuto si presenta con un aspetto naturale, tonalità di verde chiaro, beige o avorio. Il tessuto ha una superficie che può essere leggermente ruvida o liscia, simile al lino o al cotone. Il tessuto di ortica si distingue per la sua durabilità e resistenza, rendendo il tessuto adatto per l'uso quotidiano. La buona capacità di assorbire l'umidità è un'altra caratteristica notevole, poiché mantiene la pelle asciutta e riduce il rischio di irritazioni, rendendolo ideale per capi a contatto diretto con la pelle⁴⁴.



- ipoallergenico;
- limitato utilizzo di acqua e pesticidi;
- bassa impronta di carbonio;



- disponibilità limitata;
- costo produzione elevato;

44. La Méthode. (n.d.). *Ortica naturale: i tessuti naturali*. La Méthode. Recuperato da <https://lamethode.it/materiali/ortica-naturale-i-tessuti-naturali-la-methode/>

TENCEL MODAL

Fondatore: **Lenzing AG**;
Colombia;
2018;

FIBRE NATURALI E
SOSTENIBILI



Tencel™ Modal è una fibra tessile prodotta da Lenzing AG, una delle aziende leader nel settore delle fibre ecologiche. Modal è un tipo di fibra rigenerata ottenuta dalla **cellulosa del legno**, principalmente dal **faggio**.

Il legno raccolto viene triturato e ridotto in piccoli frammenti per facilitare l'estrazione della cellulosa. I frammenti di legno vengono trattati con una soluzione alcalina che dissolve la lignina e altre sostanze non fibrose, lasciando una pasta di cellulosa. Questa pasta viene successivamente pulita e sbiancata e in seguito disciolta in un solvente per creare una pasta viscosa. Il solvente utilizzato è una soluzione di ammina ossidante che è meno tossica rispetto ai solventi tradizionali. Questo è un passo cruciale, poiché la scelta del solvente influisce sulla sostenibilità e sulla qualità della fibra risultante. La pasta viscosa viene poi filtrata attraverso spinneret, un dispositivo che trasforma la pasta in filamenti sottili. Questi filamenti sono formati in fibre continue di Modal mentre la pasta viene solidificata nel processo di filatura.

Tencel™ Modal utilizza una tecnologia a circuito chiuso, che è una delle innovazioni principali che differenziano questo materiale. Questo sistema consente di riciclare e riutilizzare quasi il 99% dell'acqua e del solvente utilizzati durante la produzione. Le fibre asciutte e trattate vengono cardate e filate in filati⁴⁵.

Il Tencel™ Modal ha una superficie liscia e setosa che offre un aspetto lucido. È noto per il suo drappeggio elegante e la sua capacità di mantenere una forma fluida, rendendolo particolarmente apprezzato per abbigliamento di alta qualità e biancheria per la casa; ha eccellenti proprietà di assorbimento dell'umidità, che aiutano a mantenere la pelle asciutta e riducono la formazione di odori. Il Tencel™ Modal è utilizzato in una varietà di applicazioni tessili, tra cui: abbigliamento Intimo, abbigliamento sportivo e biancheria per la Casa⁴⁶.



- riduzione rifiuti;
- tecnologia a circuito chiuso;
- innovazione tecnologica;



- uso risorse forestali ;
- costi di produzione elevati;

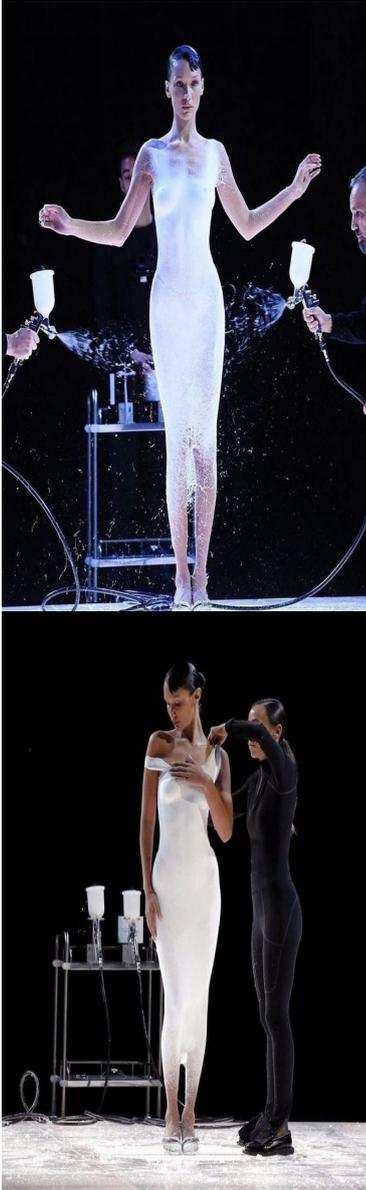
45. TENCEL. (n.d.). TENCEL™ Modal. TENCEL. Recuperato da <https://www.tencel.com/b2b/product/tencel-modal>

46. Vestilanatura. (n.d.). Tencel. Vestilanatura. Recuperato da https://www.vestilanatura.it/tencel/?gclid=EAlaIqObChMI4djjvPTi_gIVRR-t7Ch1ynQDKEAAYASAAEgJhM_D_BwE

SPRAY-ON

Fondatore: **Fabrican Ltd**;
Regno Unito, Londra;
2010;

MATERIALI
INNOVATIVI E
SPERIMENTALI



Spray-On Fabric è un materiale che viene creato utilizzando una tecnologia avanzata che combina fibre corte legate da polimeri, biopolimeri e solventi ecologici. Si tratta di una tecnologia che permette di creare tessuti sprayabili e personalizzabili direttamente su un corpo o una superficie. Questo tipo di tessuto è stato progettato per rispondere a esigenze di moda e design in modo flessibile e innovativo.

Questa soluzione è progettata per avere proprietà adesive e di indurimento una volta applicata. La soluzione viene applicata utilizzando uno spray. Questo spray può essere diretto su una superficie o su un corpo, creando uno strato di tessuto che si forma istantaneamente mentre la soluzione si asciuga e si indurisce. Dopo l'applicazione, la soluzione si asciuga rapidamente e si indurisce per formare un tessuto solido. Questo processo può avvenire in pochi minuti, a seconda della formula e delle condizioni ambientali. Una volta asciutto, il tessuto ha una struttura simile a quella dei materiali tessili tradizionali, ma con la flessibilità di essere adattato a forme e design innovativi. Il tessuto può essere lavato e, grazie alla sua natura tecnologica, può integrare dispositivi diagnostici per monitorare la salute di chi lo indossa⁴⁷.

La tecnologia ha ottenuto una visibilità globale durante la Fashion Week di Parigi, in particolare alla sfilata primavera-estate 2022 che si è tenuta alla Salle des Textiles del Musée des Arts et Métiers, con un focus sull'evoluzione della sartoria femminile nella storia⁴⁸.

Una collaborazione di rilevante importanza è stata realizzata tra Coperni e Fabrican Ltd, l'azienda produttrice del materiale. In tale occasione, la top model Bella Hadid è apparsa indossando solo un perizoma, mentre un abito realizzato con Spray-On Fabric veniva applicato direttamente sulla sua pelle. Il materiale si è solidificato istantaneamente, creando un vestito su misura che è stato successivamente rifinito in pochi secondi con l'uso di forbici, per aggiungere dettagli come una scollatura e uno spacco⁴⁹.



- personalizzazione su misura;
- riduzione degli sprechi;
- adattamento immediato;
- innovazione tecnologica;



- condizioni di lavaggio specifiche;
- costo e accessibilità;

47. Fabrican Ltd. (n.d.). Tecnologia. Fabrican Ltd. Recuperato da <https://www.fabricanltd.com/about/technology/>

48. Inside Art. (2022, 3 ottobre). Paris Fashion Week: lo spray dress di Coperni e la trincea di Balenciaga. Inside Art. Recuperato da <https://insideart.eu/2022/10/03/paris-fashion-week-lo-spray-dress-di-coper-ni-e-la-trincea-di-balenciaga/>

49. Vogue Italia. (2022, 3 ottobre). *Bella Hadid e lo spray dress di Coperni alla Paris Fashion Week*. Vogue Italia. Recuperato da <https://www.vogue.it/moda/article/bella-hadid-corpo-nudo-coper-ni-spray-dress-paris-fashion-week>

BIOSTEEL

Fondatore: **AMSilk**;
Germania, Monaco di Baviera;
2015-2020;

MATERIALI
INNOVATIVI E
SPERIMENTALI



Questa fibra è progettata per essere altamente resistente e paragonabile alla seta di ragno naturale, specialmente per quanto riguarda la sua resistenza alla trazione.

La produzione di Biosteel avviene attraverso un avanzato processo biotecnologico che utilizza batteri geneticamente modificati per sintetizzare proteine di seta. Queste proteine vengono poi trasformate in fibre attraverso un metodo di filatura scalabile. Questo processo è stato sviluppato da Thomas Scheibel, un esperto di biomateriali dell'Università Tecnica di Monaco di Baviera e attualmente docente presso l'Università di Bayreuth⁵⁰.

Le fibre di Biosteel prodotte risultano lisce, morbide e piacevoli al tatto, con una lucentezza simile a quella della seta naturale. Sono di colore bianco, ma possono essere tinti utilizzando tecniche di colorazione standard, offrendo così versatilità estetica. Questo tessuto possiede non solo eccellenti proprietà meccaniche ma anche un'ottima conduzione del calore, superando materiali tradizionali come silicio, alluminio e ferro puro.

Il tessuto è ideale per prodotti ad alta prestazione e articoli sportivi, ma trova anche spazio in settori come quello medico. Può essere utilizzato per realizzare fili chirurgici, tessuti e bendaggi medicali. Inoltre, la sua capacità di condurre calore apre potenziali sviluppi nel campo del fotovoltaico e della produzione di tessuti adatti a gestire alte temperature⁵¹.



- eccellenti proprietà meccaniche;
- conduzione termica elevata;
- innovazione tecnologica;



- proprietà limitate in alcuni contesti;
- costo e accessibilità;

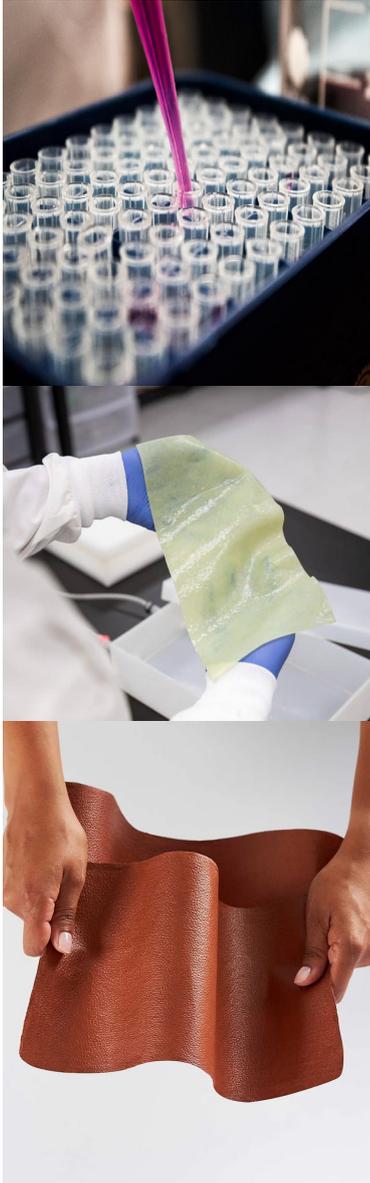
50. Il Titolo. (n.d.). *Biosteel: la prima fibra al mondo di seta artificiale*. Il Titolo. Recuperato da <https://www.iltitolo.it/archivio/notizie-scienza-e-tecnologia/biosteel-la-prima-fibra-al-mondo-di-seta-artificiale>

51. AMSilk. (2021, 9 novembre). *Biosteel® fibers receive certification for product safety*. AMSilk. Recuperato da <https://www.amsilk.com/biosteel-fibers-receive-certification-for-product-safety/>

LAB GROWN LEATHER

Fondatore: **VitroLabs Inc.**;
USA, San Francisco;
2016;

MATERIALI
INNOVATIVI E
SPERIMENTALI



La pelle coltivata in laboratorio, anche conosciuta come pelle bio-coltivata, è un materiale sintetico prodotto attraverso tecnologie biotecnologiche avanzate che replicano la crescita del tessuto cutaneo senza l'uso diretto di animali. Questo tipo di pelle si distingue dalla pelle sintetica tradizionale, che è solitamente basata su derivati del petrolio. Utilizzando colture cellulari e processi di crescita controllati, VitroLabs produce un materiale che emula le caratteristiche della pelle naturale in modo più sostenibile e etico. Il processo inizia con l'isolamento delle cellule cutanee da un campione di pelle animale, ottenuto in modo etico e senza causare danni all'animale. Queste cellule sono cruciali per la coltura, poiché contengono le informazioni genetiche necessarie per replicare la struttura della pelle naturale. Le cellule cutanee vengono trasferite in un bioreattore, un ambiente controllato che permette la loro proliferazione. In questo spazio, le cellule vengono nutrite e stimolate per crescere e organizzarsi in uno strato di tessuto simile alla pelle naturale. Quando le cellule raggiungono una densità e uno spessore adeguati, il tessuto viene raccolto e trattato. Questo processo può includere l'uso di scaffolds (strutture di supporto) per supportare la crescita del tessuto e fornire la struttura necessaria. Dopo la formazione, il tessuto di pelle coltivata viene sottoposto a trattamenti e finiture per migliorare la sua estetica e le sue proprietà. Questo può includere la colorazione, la texturizzazione e altri trattamenti superficiali per ottenere l'aspetto e la sensazione desiderati⁵².

La pelle coltivata in laboratorio non richiede risorse naturali come acqua e terra in grandi quantità e riduce le emissioni di gas serra associate all'allevamento di animali. La produzione di pelle coltivata evita l'uso di sostanze chimiche dannose e processi inquinanti tipici dell'industria della pelle tradizionale⁵³.



- assenza di sfruttamento animale;
- riduzione impatto ambientale;
- innovazione tecnologica;



- difficoltà produzione in larga scala;
- costo e accessibilità;

52. VitroLabs. (n.d.). Tecnologia. VitroLabs. Recuperato da <https://www.vitrolabsinc.com/technology>

53. VitroLabs. (n.d.). Impatto. VitroLabs. Recuperato da <https://www.vitrolabsinc.com/impact>

QMILK

Fondatore: **VitroLabs Inc.**;
USA, San Francisco;
2016;

MATERIALI
INNOVATIVI E
SPERIMENTALI



Qmilk è una fibra tessile naturale creata a partire dal latte, un materiale che normalmente verrebbe scartato. La fibra è prodotta tramite un processo che estrae e utilizza le proteine del latte, trasformandole in un materiale tessile che imita molte delle proprietà della pelle naturale o delle fibre sintetiche di alta qualità. Il primo passo consiste nella raccolta di latte che non è idoneo per il consumo umano. Questo latte di scarto, che potrebbe altrimenti essere sprecato, viene trattato per estrarre le proteine. Il latte è spesso raccolto da fonti agricole o industriali.

Il latte viene sottoposto a un processo di filtrazione e concentrazione per isolare le proteine del latte. Queste proteine sono la materia prima fondamentale per la produzione della fibra tessile. L'estrazione delle proteine è effettuata in modo da ottenere una purezza elevata, che è essenziale per garantire la qualità del prodotto finale. Le proteine isolate vengono dissolte in una soluzione chimica, creando un liquido che può essere filato in fibre. Queste fibre vengono poi asciugate e lavorate per ottenere un tessuto che ha una struttura e una consistenza simile a quella delle fibre naturali, come la seta o il cotone.

Non richiede l'uso di risorse naturali non rinnovabili come il petrolio e riduce le emissioni di gas serra. Inoltre, la fibra è biodegradabile, contribuendo alla riduzione dei rifiuti a lungo termine. La fibra di Qmilk è nota per la sua consistenza morbida e la sensazione al tatto simile alla seta. La fibra è traspirante e ha buone proprietà di assorbimento dell'umidità. Anche se la fibra di Qmilk può non essere altrettanto resistente quanto alcuni materiali sintetici o naturali, è comunque progettata per essere durevole e adatta per molte applicazioni tessili. La sua resistenza alla trazione è adeguata per usi che non richiedono prestazioni estreme⁵⁴.



- assenza di sfruttamento animale;
- riduzione impatto ambientale;
- utilizzo scarti;



- proprietà tecniche limitate;
- costo e accessibilità;

54. Qmilk Fiber. (n.d.). Qmilk Fiber. Qmilk Fiber. Recuperato da <https://www.qmilkfiber.eu/?lang=en>

ZOA

Fondatore: **Modern Meadow**;
USA, Nutley;
2017;

MATERIALI
INNOVATIVI E
SPERIMENTALI



Zoa™ è un materiale sintetico a base di proteine, creato senza l'uso di animali. Il processo di produzione di Zoa™ inizia con l'ingegneria genetica di lieviti, microrganismi che vengono modificati per produrre proteine simili al collagene, una componente chiave della pelle animale. Questi lieviti vengono coltivati in bioreattori dove, attraverso un processo di fermentazione, producono grandi quantità di queste proteine. I lieviti vengono geneticamente modificati per esprimere il gene responsabile della produzione di collagene. Questo è un passo cruciale, poiché consente ai lieviti di sintetizzare proteine identiche a quelle trovate nella pelle animale. I lieviti modificati vengono posti in bioreattori insieme a nutrienti specifici. In questo ambiente controllato, i lieviti fermentano e producono le proteine desiderate. Il processo di fermentazione è altamente efficiente e può essere scalato per produrre grandi quantità di materiale. Le proteine purificate vengono formulate in un biomateriale che può essere manipolato in varie forme e strutture. Durante questa fase, il collagene può essere combinato con altre sostanze per modificare le proprietà del materiale, come la trasparenza, la flessibilità, la resistenza e la texture. Il biomateriale Zoa™ può essere stampato in 3D, fuso, termoformato o stampato per creare prodotti finali con forme e caratteristiche specifiche. A seconda delle esigenze, il materiale può essere reso più rigido o più flessibile, liscio o texturizzato.

Zoa™ può variare nell'aspetto a seconda di come viene lavorato. Può essere creato per imitare la pelle animale in termini di colore e texture, oppure può assumere forme completamente nuove e innovative. Il materiale può essere trasparente, lucido o opaco, a seconda delle tecniche di lavorazione utilizzate. È possibile anche tingere Zoa™ con una vasta gamma di colori utilizzando processi di tintura convenzionali o tecniche di stampa avanzate⁵⁵.



- versatilità;
- assenza sostanze chimiche e tossiche;
- cruelty free;



- difficoltà nell'accettazione nel mercato;
- costo e accessibilità;

55. Council of Fashion Designers of America (CFDA). (n.d.). Zoa modern meadows. CFDA. Recuperato da <https://cfda.com/resources/materials/detail/zoa-modern-meadows>

MICROSILK

MATERIALI
INNOVATIVI E
SPERIMENTALI



Fondatore: **Bolt Threads**;
USA, California;
2017;

Microsilk è un materiale che emula la seta prodotta dai ragni. La sua creazione è il risultato di una tecnologia avanzata che replica i filamenti naturali dei ragni in laboratorio utilizzando solo tre ingredienti: zucchero, lievito e acqua⁵⁶.

Il processo di produzione inizia con la fermentazione di zucchero e lievito per produrre una proteina simile alla seta ragno che viene poi lavorata per formare fibre. La produzione non comporta alcun danno ai ragni, poiché il materiale è sintetizzato senza l'uso di animali vivi. Nel 2017, Bolt Threads ha lanciato il primo prodotto commerciale: una cravatta esclusiva chiamata "Boltspun". Realizzato in edizione limitata, è andato esaurito in pochi minuti, dimostrando l'alto interesse per questo materiale innovativo. Lo stesso anno, Bolt Threads ha collaborato con la stilista Stella McCartney per creare un abito a tubino in Microsilk, presentato al Museum of Modern Art (MOMA) di New York⁵⁷.

Questo materiale è straordinariamente resistente, superando la robustezza dell'acciaio, e al contempo è flessibile e molto sottile.

a sua sottigliezza, simile a quella della seta naturale, conferisce una consistenza delicata e leggera, mentre la traspirabilità del materiale consente una buona gestione dell'umidità e del calore, aumentando il comfort dell'utente⁵⁸.



- tessuto più resistente dell'acciaio;
- cruelty free;
- impronta ambientale ridotta grazie a processo produzione basato su zucchero, lievito e acqua;



- particolare manutenzione per preservare proprietà nel tempo;
- accessibilità limitata per costo produzione e prezzo finale;
- produzione nuova, difficoltà su produzione in larga scala;

56. Bolt Threads. (n.d.). Microsilk. Bolt Threads. Recuperato da <https://boltthreads.com/technology/microsilk/>

57. Matarrese, G. (2020, 5 dicembre). *La moda sostenibile è nelle mani di queste start-up coraggiose, che stanno (ri)scrivendo il futuro.* Marie Claire. Recuperato da <https://www.marieclaire.it/moda/tendenze/a34849186/brand-moda-sostenibile/>

58. Bolt Threads. (n.d.). Microsilk. Bolt Threads. Recuperato da <https://boltthreads.com/technology/microsilk/>

CONSIDERAZIONI

Dall'analisi delle schede tecniche dei prodotti realizzati con materiali innovativi, emerge che essi offrano numerosi vantaggi in termini di sostenibilità ambientale, utilizzo delle risorse locali e innovazione nel design.

D'altro canto, le sfide relative alla durata, ai costi di produzione e alla disponibilità delle materie prime devono essere affrontate per garantire una maggiore diffusione, mettendo in luce le limitazioni dei vari prodotti.

Alcuni dei materiali innovativi utilizzano risorse locali, riducendo la dipendenza dalle importazioni e favorendo lo sviluppo economico nelle comunità del luogo contribuendo a una minore impronta di carbonio rispetto ai materiali tradizionali, e la loro biodegradabilità aiuta a ridurre i rifiuti, garantendo un ciclo di vita più sostenibile per i prodotti tessili; la produzione di materiali a partire da scarti promuove un uso più circolare delle risorse e migliora l'efficienza del processo produttivo complessivo.

La possibilità di personalizzare texture e design su misura offre ai designer e ai consumatori l'opportunità di esplorare nuove possibilità creative, creando prodotti che soddisfano esigenze specifiche e individuali, stimolando anche l'innovazione nel design.

Per quanto riguarda le limitazioni dei materiali innovativi, un problema ricorrente è la durata limitata dei prodotti, che può ridurre la loro praticità a lungo termine.

Alcuni materiali citati potrebbero non performare adeguatamente in ambienti molto umidi, mostrando segni di degrado o perdita di funzionalità.

Un ulteriore punto critico riguarda i processi di produzione: essi possono essere costosi, influenzando il prezzo finale dei prodotti, limitando l'accessibilità e la diffusione di questi materiali sul mercato.

La produzione di materiali innovativi è frequentemente influenzata dalla disponibilità delle materie prime; la variabilità nella quantità o nella qualità delle risorse può impattare la produzione e i costi, creando incertezze che devono essere gestite con attenzione.

La varietà di prodotti disponibili può essere limitata andando così a ridurre le opzioni per i designer e i consumatori e rallentando l'adozione di questi materiali su larga scala.

Un altro aspetto cruciale riguarda la compatibilità di questi materiali con le tecniche di lavorazione tradizionali: si trovano materiali come Piñatex e Desserto che mostrano una buona resistenza strutturale e una relativa facilità di taglio e cucitura, mentre altri, come Malai, risultano più delicati e richiedono trattamenti aggiuntivi per migliorarne la durabilità.

Bisogna anche tenere conto dell'interazione con la luce e la tattilità di questi materiali, rappresentando un ulteriore elemento critico: alcune superfici tendono ad avere un aspetto opaco o plastificato, riducendo l'effetto di profondità visiva e la percezione di lusso.

Dal punto di vista della durabilità, se la biodegradabilità rappresenta un valore aggiunto in termini ambientali, può diventare un problema in contesti in cui la resistenza all'usura è essenziale. Alcuni tessuti tendono a degradarsi più rapidamente rispetto alle alternative sintetiche, riducendo la loro longevità e rendendoli meno adatti a prodotti di lunga durata.

Per un designer, questa limitazione implica una riflessione sulla destinazione d'uso del prodotto e sulla necessità di combinare questi materiali con altri elementi per migliorarne le prestazioni.

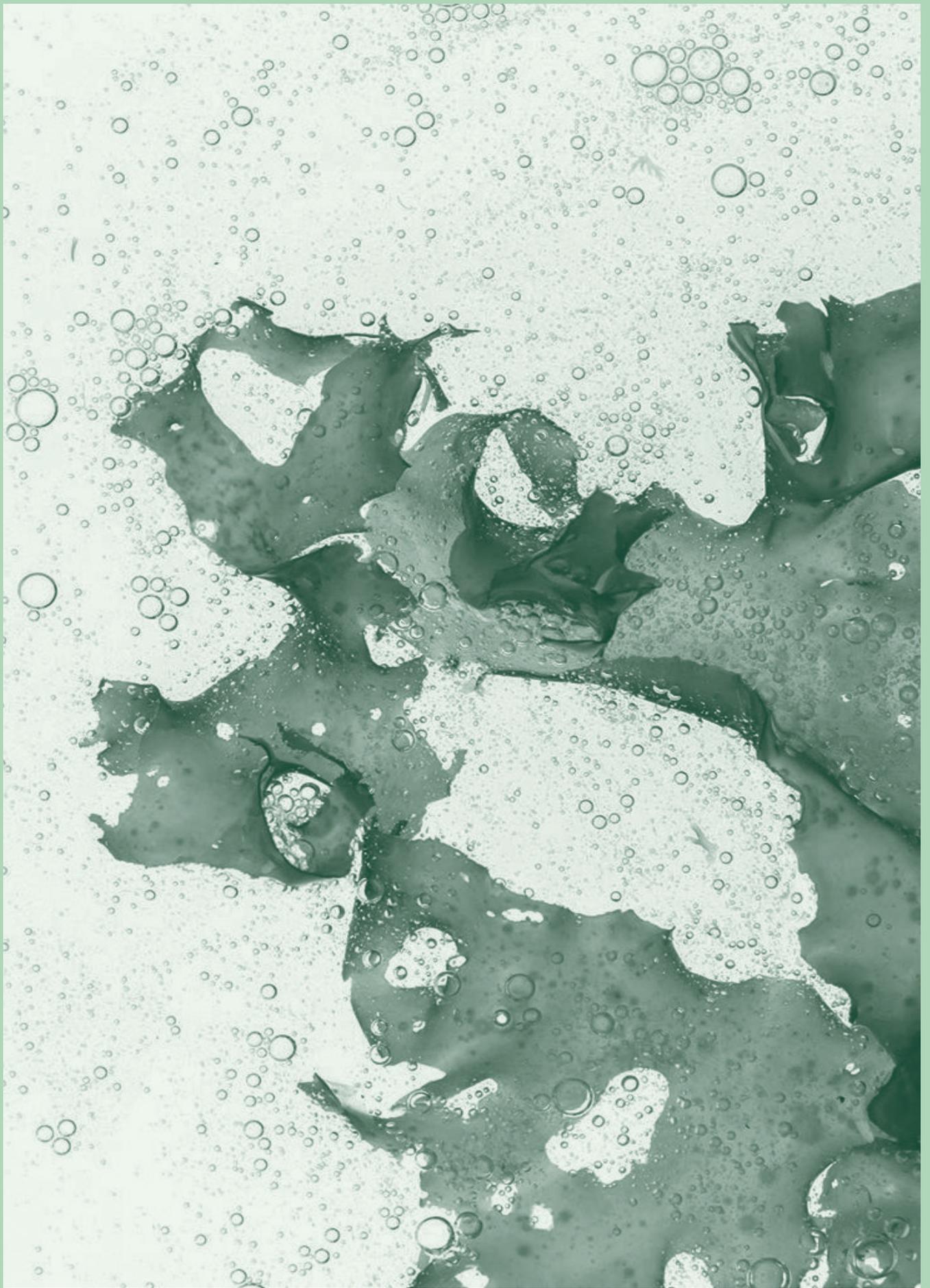
La questione della scalabilità e dei costi di produzione rappresenta una sfida fondamentale essendo molti dei materiali analizzati ancora in fase sperimentale o prodotti su piccola scala, e ciò li rende economicamente meno accessibili rispetto ai tessuti tradizionali limitandone la diffusione nel mercato di massa e confinando a produzioni di nicchia o al settore del lusso.

Per concludere, le schede tecniche offrono una panoramica delle potenzialità dei nuovi materiali, d'altro canto rivelano anche sfide significative che un designer deve affrontare nell'integrazione di questi elementi nei propri progetti.

La sperimentazione e l'innovazione sono fondamentali per ridefinire il futuro del design tessile, ma è essenziale un approccio critico che tenga conto della lavorabilità, della durabilità e dell'effettiva possibilità di produzione su larga scala; per garantire un impatto reale nel settore, questi materiali devono essere ottimizzati non solo dal punto di vista ambientale, ma anche in termini di resa estetica, funzionalità e accessibilità economica.

ALGHE COME MATERIALE INNOVATIVO





2.1 LE ALGHE E LE LORO CARATTERISTICHE

Le alghe sono **organismi autotrofi** ampiamente diffusi negli ecosistemi acquatici, capaci di svolgere la fotosintesi, processo fondamentale durante il quale consumano anidride carbonica e producono ossigeno. Questo li rende componenti cruciali negli ecosistemi acquatici, contribuendo significativamente alla produzione di ossigeno nell'atmosfera e giocando un ruolo chiave nel ciclo del carbonio.

Sebbene si tratti di organismi autotrofi e fotosintetici, le alghe, mostrano una connessione genetica con i protozoi, che sono organismi eterotrofi, e con i funghi che agiscono come decompositori.

Tale varietà genetica conferisce alle alghe una straordinaria capacità di adattamento, permettendogli di prosperare in una vasta gamma di ambienti, sia in acqua dolce che in quelli marini e in generale in luoghi in cui si mantiene un'elevata umidità⁵⁹.

Le dimensioni delle alghe variano a seconda della specie, si differenziano in organismi **unicellulari** e **pluricellulari** altamente differenziati.

Esse non presentano generalmente le strutture tipiche delle piante terrestri come le foglie e le radici, ma sono dotati di un corpo, detto **tallo**, che si differenzia in mobile e non mobile⁶⁰.

Le alghe si riproducono tramite **riproduzione vegetativa**, si tratta di un processo che crea organismi geneticamente identici. Nelle alghe unicellulari, tale processo avviene per scissione cellulare in cui una cellula si divide in due. Nelle alghe pluricellulari, la riproduzione vegetativa avviene principalmente attraverso la frammentazione: piccoli frammenti del tallo si staccano e, crescendo, formano nuovi individui identici.



59. Centorrino, F. (2022, 22 dicembre). *Le alghe*. *Microbiologia Italia*. Recuperato da <https://www.microbiologiaitalia.it/didattica/le-alghe/>

60. Chimica Online. (n.d.). Il tallo. Chimica Online. Recuperato da <https://www.chimica-online.it/biologia/tallo.htm>

Alcune alghe producono e rilasciano spore, cellule con un rivestimento protettivo che in condizioni ambientali favorevoli, si dividono e danno origine a nuove alghe identiche. La riproduzione sessuale nelle alghe richiede la fusione di gameti maschili e femminili. In alcune specie, entrambi i gameti sono mobili e dotati di flagelli, mentre in altre solo il gamete maschile è libero di nuotare, mentre la cellula uovo più grande è immobile all'interno del tallo⁶¹.

Al giorno d'oggi le alghe vengono catalogate principalmente sulla qualità dei **pigmenti** che le compongono, ovvero le molecole che catturano l'energia solare e la utilizzano per le reazioni di fotosintesi clorofilliana, ma anche in base al tipo di ciclo biologico e riproduttivo, alla composizione della parete cellulare, alla struttura e all'habitat in cui vivono⁶².

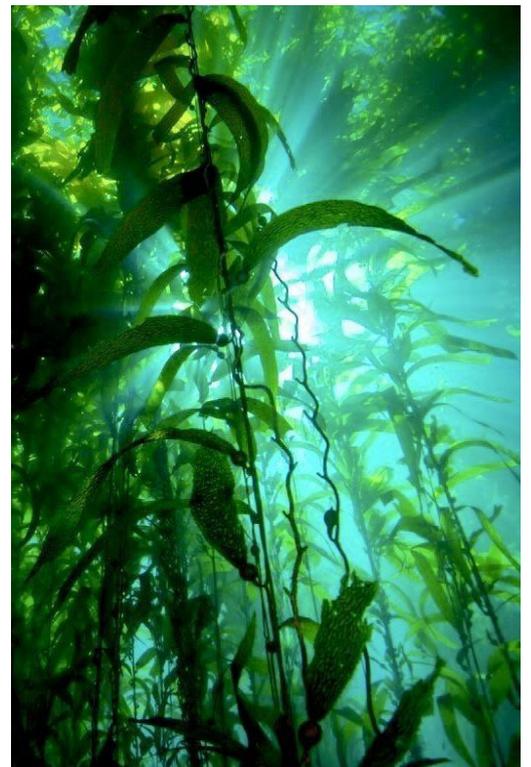
La classificazione delle alghe che si basa sui tipi di pigmenti presenti è molto importante poiché determinano la profondità in cui si possono trovare gli organismi; la differente penetrazione della luce attribuisce alle alghe una diversa conformazione e colori⁶³.

Vengono classificate principalmente in:

- **alghe rosse**
- **alghe brune**
- **alghe verdi**
- **alghe azzurre**
- **diatomee**

ALGHE ROSSE

Le **alghe rosse** vengono anche chiamate **rodoficee**, prendendo il nome dal pigmento della ficoeritrina che le conferisce il colore rosso, coprendo il verde della clorofilla.



61. Enciclopedia Treccani. (n.d.). Alge. Treccani. Recuperato da [https://www.treccani.it/enciclopedia/alghe_\(Enciclopedia-dei-ragazzi\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/alghe_(Enciclopedia-dei-ragazzi)/)

62. Sadava, D. (2011). *Biologia: Capitolo 3 - Evoluzione*. Zanichelli. https://online.scuola.zanichelli.it/sadavabiologia/files/2011/03/Sadava_Biologia_capitolo3_evoluzione.pdf

63. Nicotra Formazione. (2018). *Le alghe*. Nicotra Formazione. Recuperato da <https://www.nicotraformazione.com/wp-content/uploads/2018/04/Le-Alghe.pdf>

Sono stati ritrovati resti fossili di questo vegetale risalenti a oltre 500 milioni di anni fa. Sono localizzati generalmente nelle acque marine delle zone tropicali e temperate, agganciate agli scogli o anche al tallo di altre tipologie di alghe. La loro struttura è per lo più filamentosa, le pareti cellulari hanno uno strato in cui è presente l'**agar** che può essere utilizzando nell'industria alimentare e farmaceutica e in alcuni casi possono avere anche una consistenza dura e pietrosa, ciò dipende dalla presenza di carbonato di calcio.



ALGHE BRUNE

Le **alghe brune**, dette anche **feoficee**, devono il colore marrone alla presenza di fucoxantina che copre il pigmento della clorofilla. Queste alghe prosperano soprattutto nelle regioni fredde degli oceani, dove formano estese praterie costiere. Le loro dimensioni variano da microscopiche e fronde che possono superare i 60 metri, come nel caso della **Laminaria**, il cui tallo è composto da una lamina sostenuta da uno stipite cilindrico ancorato al fondale da strutture adesive⁶⁴.



64. Enciclopedia Treccani. (n.d.). Alghe. Treccani. Recuperato da [https://www.treccani.it/enciclopedia/alghe_\(Enciclopedia-dei-raggazzi\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/alghe_(Enciclopedia-dei-raggazzi)/)

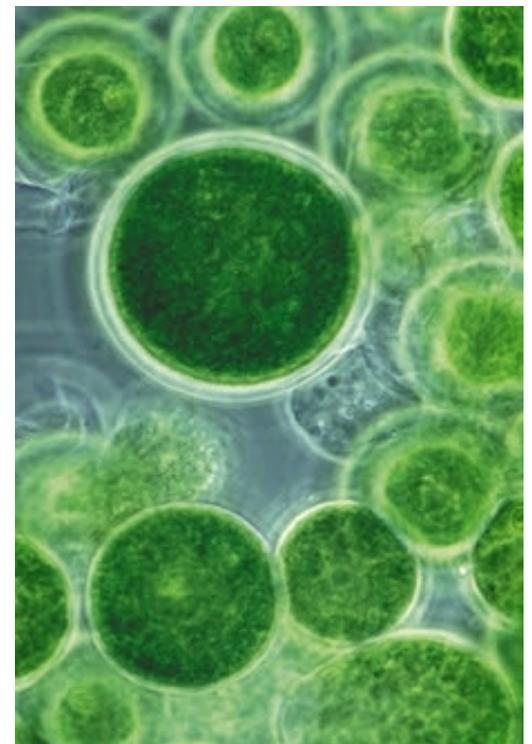
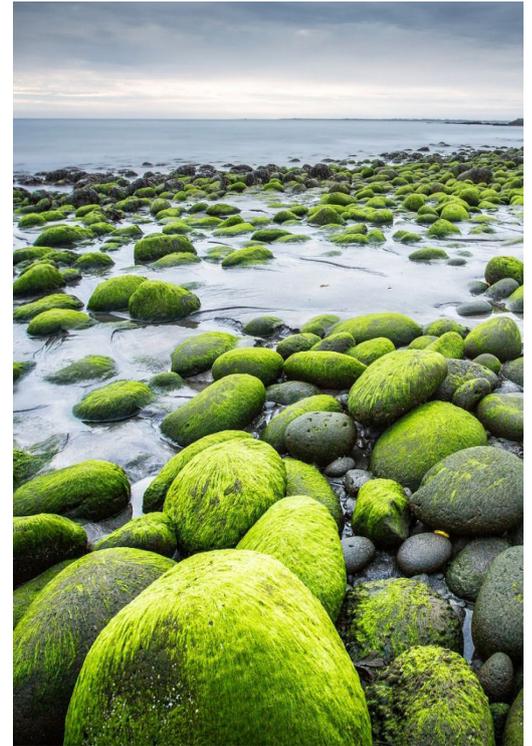
Se la lamina dovesse venir danneggiata lo stipte è in grado di rigenerarla. Alcune delle alghe brune sono costituite da vescicole piene di gas che permettono al tallo di galleggiare e assorbire più luce solare.

ALGHE VERDI

Le **alghe verdi**, le **cloroficee**, contengono clorofilla. Tali organismi sono gli antenati delle piante terrestri; si trovano principalmente in acqua dolce, alcune specie in ambiente marino e altre anche sul suolo, sulla neve, nel corpo di alcuni organismi oppure associate a funghi per formare i licheni. Possono riprodursi per via asessuata con la frammentazione del tallo dove ogni frammento genererà un nuovo individuo oppure sessualmente con l'accostamento di filamenti di due organismi in cui le cellule sessuali si fondono generando uno zigote.

ALGHE AZZURRE

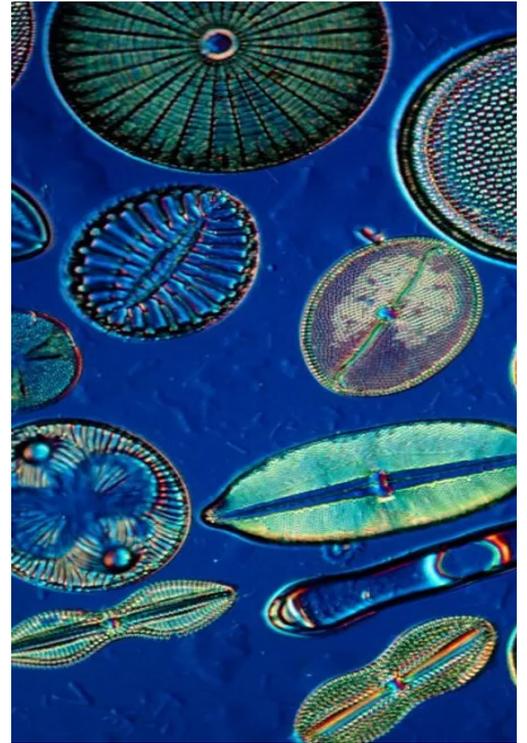
Le **alghe azzurre** prendono anche il nome di **cianoficee** e sono organismi unicellulari di dimensioni microscopiche. Rispetto alle altre alghe, le cianoficee hanno una struttura più primitiva, sono formate da una **cellula procariotica**, ovvero priva di nucleo. Svolgono la fotosintesi grazie alla presenza della fucocianina, una sostanza di colore azzurro che ha il compito di catturare l'energia solare. Non bisogna farsi confondere dal nome poiché grazie alla presenza di una guaina mucillaginosa di rivestimento, queste alghe, possono avere color giallo, rosso, verde, viola e ovviamente anche azzurro. Il loro habitat ideale è variabile, si adattano sia agli ambienti polari che alle acque termali ⁶⁵.



65. ibidem

DIATOMEES

Le **diatomee** sono tra i più antichi organismi conosciuti, con alcune forme fossili risalenti a circa 100 milioni di anni fa. Si tratta di alghe unicellulari ricoperte da una struttura rigida detta **frustolo**, composta da due metà che aderiscono tra loro. Il frustolo è fatto di **silice**, steso materiale del vetro, ed ornato da piccoli fori, canali o protuberanze che creano disegni intricati sulla superficie. Nel momento in cui le alghe muoiono, ciò che è contenuto all'interno si decompone, mentre i frustoli di silice si depositano sui fondali marini. Le diatomee si possono trovare solitamente sulla superficie dell'acqua, mentre alcune specie vivono sui fondali⁶⁶.



66. Enciclopedia Treccani. (n.d.). Alghe. Treccani. Recuperato da [https://www.treccani.it/enciclopedia/alghe_\(Enciclopedia-dei-ragazzi\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/alghe_(Enciclopedia-dei-ragazzi)/)

2.2 PANORAMA DEL MERCATO DELLE ALGHE

Il mercato dei derivati delle alghe marine, inclusi estratti e idrocolloidi quali carragenina e agar-agar, ha registrato una significativa espansione in diversi settori. Le alghe ricche di vitamine, minerali, antiossidanti e aminoacidi essenziali, sono altamente nutrienti e vengono considerate un **super alimento**. Questa reputazione ha portato a una crescente popolarità tra i consumatori attenti alla salute.

La coltivazione delle alghe sta ricevendo un forte sostegno da parte di molti governi e organizzazioni, che promuovono pratiche agricole sostenibili. Questo supporto ha contribuito ulteriormente alla crescita del mercato.

Vengono raccolte e coltivate in diverse parti del mondo, il che le rende una risorsa globalmente disponibile per vari mercati e settori, facilitando la produzione di una vasta gamma di prodotti a base di alghe contribuendo all'espansione di questo mercato emergente.

Nel momento in cui si analizza il mercato globale delle alghe è necessario distinguere quattro segmenti principali:

il **tipo** di alga, la **forma**, l'**applicazione** e la **regione di provenienza**.

Da un'attenta analisi si è potuto constatare che per quanto riguarda il **tipo di alghe**, il segmento delle alghe verdi sovrasta il mercato rispetto alle alghe rosse, brune o azzurre. Sono utilizzate per le applicazioni culinarie grazie alle loro proprietà funzionali e anche in applicazioni industriali.

Nel settore industriale, le alghe verdi sono utilizzate ad esempio, nella produzione di bioplastiche, un'alternativa sostenibile alle plastiche tradizionali. Le bioplastiche derivate dalle alghe sono biodegradabili e riducono l'impatto ambientale dei rifiuti plastici. Inoltre, sono utilizzate nella produzione di cosmetici, grazie alle loro proprietà idratanti e antiossidanti. Sono ricche di nutrienti e composti bioattivi come clorofilla, vitamine e minerali. In ambito culinario, le alghe verdi sono utilizzate per la produzione di additivi alimentari come carragenina e agar, che servono come agenti gelificanti, stabilizzanti e addensanti. Questi additivi sono fondamentali nella preparazione di gelati, salse e prodotti da forno, dove migliorano la texture e la stabilità del prodotto finale. In ambito agricolo, le alghe verdi sono utilizzate nella produzione di biofertilizzanti. Questi fertilizzanti biologici, derivati dalle alghe, migliorano la crescita delle piante senza l'uso di sostanze chimiche nocive. I biofertilizzanti a base di alghe verdi sono ricchi di nutrienti essenziali come azoto, fosforo e potassio, che sono fondamentali per la salute delle piante. Inoltre, le alghe verdi sono impiegate nella depurazione delle acque grazie alla loro capacità di assorbire metalli pesanti e altre sostanze inquinanti, contribuendo così alla protezione dell'ambiente⁶⁷.

67. Exactitude Consultancy. (2023, dicembre). *Panoramica del mercato delle alghe marine*. Exactitude Consultancy. Recuperato da <https://exactitudeconsultancy.com/it/reports/32262/marine-seaweed/>

Per quanto riguarda la segmentazione per **forma** è necessario fare una distinzione tra alghe intere, estratti e polveri e idrocolloidi. Il mercato delle alghe marine è dominato principalmente dagli estratti e dalle polveri, grazie alla loro capacità di mantenere intatti i benefici nutrizionali, quali vitamine, minerali, antiossidanti e fibre alimentari.

In particolare, gli estratti e le polveri di alghe trovano ampio impiego nel settore degli integratori alimentari, dove vengono valorizzati per i loro potenziali effetti benefici sulla salute. La capacità di modulare con precisione il contenuto di alghe nei prodotti finali consente ai produttori di sviluppare soluzioni più efficaci e mirate, rispondendo alle specifiche esigenze dei consumatori e garantendo una qualità costante.

Per quanto riguarda l'**applicazione**, il mercato delle alghe si è espanso verso nuovi settori comprendendo innanzitutto quello dell'industria alimentare, ciò dovuto anche da antiche tradizioni, l'agricoltura, l'industria farmaceutica, l'industria cosmetica e della cura personale, l'industria tessile e per le biotecnologie e la ricerca, l'edilizia e il design di interni .

I **paesi asiatici** hanno il primato per produzione mondiale di alghe dovuto anche alle pratiche consolidate di coltivazione e corrisponde alla quota di mercato del 38% del valore del mercato globale.

Si evidenzia il primato dell'Asia nella produzione mondiale di alghe. Questo predominio è attribuibile a una serie di fattori, tra cui le pratiche di coltivazione consolidate. La tradizione millenaria nella coltivazione delle alghe, particolarmente diffusa in paesi come la Cina, il Giappone e la Corea del Sud, ha permesso a questa regione di acquisire un vantaggio significativo. Le alghe, infatti, sono una risorsa fondamentale per molti settori economici in Asia, dalla gastronomia alla cosmesi, fino all'industria farmaceutica e alla produzione di biocarburanti. Questo ha portato i paesi asiatici a sviluppare tecniche avanzate di coltivazione sia in mare aperto sia in ambienti controllati come vasche e lagune, ottimizzando così la produzione in termini di quantità e qualità. Inoltre, la domanda interna elevata di prodotti a base di alghe ha incentivato ulteriormente la produzione, contribuendo alla creazione di un mercato fiorente.

Il 38% della quota di mercato globale detenuta dai paesi asiatici riflette non solo la loro capacità produttiva, ma anche il loro ruolo dominante nell'industria delle alghe a livello mondiale⁶⁸. Questo primato non è solo una questione di volume, ma anche di valore economico, dato che le alghe prodotte in Asia sono spesso di alta qualità e destinate a mercati internazionali esigenti.

68. ibidem

2.3 PRODOTTI REALIZZATI CON LE ALGHE

Negli ultimi anni, l'uso delle alghe come materia prima ha conosciuto una crescita significativa, grazie alle loro caratteristiche sostenibili e nutrizionali. Le alghe, essendo una risorsa rinnovabile e facilmente coltivabile, trovano applicazione in diversi settori, dall'alimentazione alla cosmetica e farmaceutica, dal packaging al design degli interni, fino all'edilizia⁶⁹.

Il **settore alimentare** è uno dei primi ad aver integrato le alghe, riconoscendone il valore nutrizionale. Ricche di vitamine, minerali e proteine, le alghe sono utilizzate non solo per il loro apporto nutritivo, ma anche per le loro proprietà funzionali, come l'addensamento e la conservazione dei cibi⁷⁰.

Nel **design degli interni**, le alghe vengono esplorate come materiale innovativo per la produzione di bioplastiche, tessuti e rivestimenti. Questo settore è interessante poiché le alghe possono fornire alternative ecologiche ai materiali convenzionali, contribuendo a ridurre l'impatto ambientale senza compromettere il design.

Il **settore cosmetico e farmaceutico** ha visto un crescente interesse nell'uso delle alghe, grazie alle loro proprietà bioattive. Le ricerche hanno evidenziato che le alghe offrono numerosi benefici per la salute della pelle. Questi includono il miglioramento della circolazione sanguigna, l'idratazione profonda, e la regolazione dell'attività delle ghiandole sebacee. Inoltre, le alghe stimolano il rinnovamento cellulare e il metabolismo, rafforzano la resistenza cutanea e contribuiscono a un'efficace azione drenante⁷¹. Nel settore farmaceutico, le stesse proprietà bioattive delle alghe vengono studiate per il loro potenziale terapeutico, in particolare per le proprietà antinfiammatorie, antivirali e antitumorali.

In **edilizia**, le alghe sono oggetto di ricerca per lo sviluppo di materiali da costruzione più sostenibili, possono contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale nel settore edilizio, offrendo soluzioni che combinano leggerezza e resistenza con un basso impatto ecologico.

Il **packaging** è un altro settore in cui le alghe stanno suscitando interesse, soprattutto in risposta alla necessità di ridurre l'uso della plastica e di sviluppare imballaggi biodegradabili. Le bioplastiche a base di alghe rappresentano una possibile soluzione a queste problematiche, con il vantaggio aggiuntivo di una maggiore biodegradabilità rispetto ai materiali tradizionali.

69.Exactitude Consultancy. (2023, dicembre). *Panoramica del mercato delle alghe marine*. Exactitude Consultancy. Recuperato da <https://exactitudeconsultancy.com/it/reports/32262/marine-seaweed/>

70. Great Italian Food Trade. (2022, 9 novembre). *Microalghe per uso alimentare e disciplina dei novel foods: lo stato dell'arte in UE*. Great Italian Food Trade. Recuperato da <https://www.greatitalianfoodtrade.it/progresso/microalghe-per-uso-alimentare-e-disciplina-dei-novel-foods-lo-stato-dellarte-in-ue/>

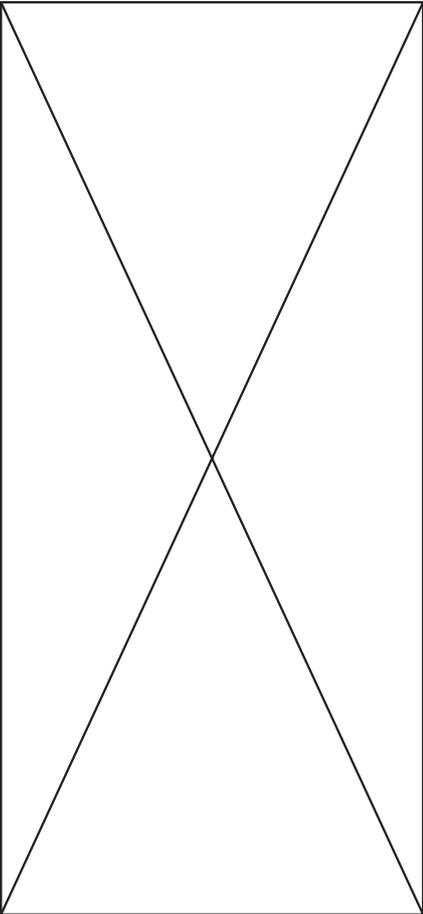
71. Great Italian Food Trade. (2022, 9 novembre). *Microalghe per uso alimentare e disciplina dei novel foods: lo stato dell'arte in UE*. Great Italian Food Trade. Recuperato da <https://www.greatitalianfoodtrade.it/progresso/microalghe-per-uso-alimentare-e-disciplina-dei-novel-foods-lo-stato-dellarte-in-ue/>

Scheda tecnica analisi prodotti realizzati con le alghe

1.

2.

3.

4. 

5.

6.

- 1. Titolo
- 2. Campo applicazione
- 3. Informazioni prodotto
- 4. Corpo di testo
- 5. Immagini evocative

- 1. Titolo
- 2. Campo di applicazione
- 3. Info fondatori
- 4. Immagini evocative
- 5. Materiale e processo produzione
- 6. Proprietà fisiche

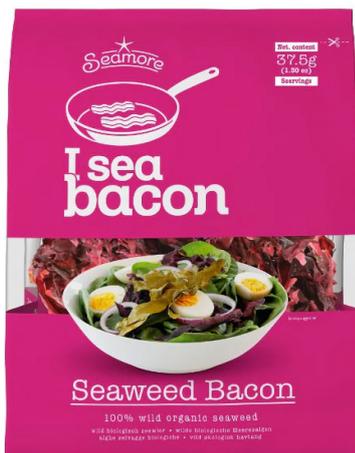
SEAMORE

Produttore: **Seamore**

Luogo di produzione: Paesi Bassi

Anno di lancio: 2017

Stato: Sul mercato



Seamore è un'azienda olandese fondata da Willem Sodderland, conosciuta per la sua gamma di prodotti alimentari, infatti l'azienda si distingue per aver introdotto sul mercato pasta e snack realizzati utilizzando alghe come ingrediente principale. Seamore utilizza **alga Nori** per wraps e carta, l'**alga Laminaria** è scelta per il suo alto contenuto di minerali, che arricchisce pasta e chips e l'**alga Ulva** è usata per la sua consistenza, ideale per wraps e chips. Tra le proposte vi è la pasta a base di alghe, gli involucri alimentari e gli snack, sempre di alghe. Il processo produttivo di Seamore inizia con la raccolta delle alghe marine, che vengono successivamente trattate per rimuovere impurità e sale. Dopo il trattamento iniziale, le alghe sono essiccate per ridurre l'umidità e aumentarne la durata di conservazione. Successivamente, vengono macinate fino a ottenere una farina che può essere utilizzata per la produzione di diversi prodotti. Per la pasta, la farina di alga viene mescolata con semola di grano per creare l'impasto, che viene poi estruso in varie forme e essiccato. Gli involucri alimentari, invece, sono realizzati pressando la farina di alga in fogli sottili, che vengono essiccati fino a raggiungere la consistenza desiderata. Le chips di alga invece sono preparate tagliando le alghe in pezzi sottili e friggendoli o tostandoli fino a ottenere la consistenza desiderata.

Le alghe, rispetto ai cereali tradizionali, utilizzano meno acqua e terra e arricchiscono i vari prodotti con nutrienti quali iodio, ferro e vitamine⁷².

72.Bites. (n.d.). Seamore – I sea pasta. 21 Bites. Recuperato da <https://21bites.it/products/seamore-i-sea-pasta>

CUP OF SEA

SETTORE ALIMENTARE

Produttore: **Cup of Sea**

Luogo di produzione: Stati Uniti

Anno di lancio: 2021

Stato: Sul mercato



Cup of Sea è una linea di bevande che utilizza alghe marine come ingrediente principale. Queste bevande sono progettate per sfruttare i benefici nutrizionali delle alghe, che includono una vasta quantità di minerali e vitamine. Tra le alghe impiegate vi è **Kelp** (*Laminaria digitata*), utilizzata per il suo alto contenuto di iodio e minerali, che contribuiscono alla salute della tiroide e al bilanciamento minerale, **Nori** (*Porphyra yezoensis*) che arricchisce le bevande con proteine e vitamine essenziali, **Spirulina** (*Arthrospira platensis*), una microalga blu-verde, inclusa per il suo apporto di proteine, vitamine del gruppo B e antiossidanti, che supportano il sistema immunitario e forniscono proprietà antiossidanti, infine, **Chlorella vulgaris**, per il suo alto contenuto di clorofilla e nutrienti che contribuisce alle proprietà detoxificanti e alla nutrizione generale. Il processo di produzione inizia con la raccolta di alghe marine fresche, vengono essiccate, macinate fino a ottenere una polvere fine. Questa polvere viene miscelata con acqua purificata e altri ingredienti come succo di limone e sciroppo di agave. Gli ingredienti sono scelti per bilanciare il sapore e migliorare la palatabilità del prodotto finale. Dopo la miscelazione, la bevanda viene filtrata per rimuovere eventuali parti solide, ottenendo una consistenza uniforme⁷³.

Le bevande presentano una consistenza fluida e liscia con un colore trasparente e una leggera tonalità verde, derivata dalle alghe. Il sapore è delicato, con note minerali e una leggera acidità proveniente dal succo di limone.

73. Cup of Sea. (n.d.). Benefits. Cup of Sea. Recuperato da <https://www.cupofsea.me/pages/benefits>

ALGÆ CHAIR

DESIGN D'INTERNI

Produttore: **Studio Klarenbeek & Dros**

Luogo di produzione: Paesi Bassi

Anno di lancio: 2020

Stato: Sul mercato (Prototipo in fase avanzata di sviluppo)



L'Algæ Chair è una sedia progettata da Studio Klarenbeek & Dros che sfrutta un biopolimero a base di alghe.

Questo prodotto si distingue per l'uso di **alghe stampate in 3D**, un approccio che unisce la sostenibilità delle risorse naturali con la precisione della tecnologia moderna. Il processo inizia con la raccolta e l'essiccazione delle alghe marine, che vengono poi trasformate in una biomassa. Questa biomassa è elaborata per ottenere un biopolimero che può essere utilizzato nella stampa 3D. Il biopolimero a base di alghe viene mescolato con un **agente legante** naturale e stampato strato per strato per formare i componenti della sedia. La stampa 3D consente di realizzare forme complesse e strutture leggere che riducono il materiale di scarto e il tempo di assemblaggio. Dopo la stampa, i componenti della sedia vengono trattati per migliorare la loro resistenza e durabilità.

Il biopolimero a base di alghe è completamente biodegradabile, riducendo l'impatto ambientale rispetto ai polimeri sintetici derivati dal petrolio⁷⁴.

La sedia presenta una superficie naturale con una texture unica che riflette l'origine biologica del biopolimero. Il design è elegante e moderno, con linee fluide e forme strutturali leggere. Il colore del materiale varia da tonalità di verde a sfumature più neutre, a seconda della tipologia di alghe utilizzate e del processo di produzione. Klarenbeek & Dros hanno creato una vasta gamma di oggetti, dai piccoli accessori di design a componenti strutturali più grandi.

74.Dot Unusual. (n.d.). Homepage. Dot Unusual. Recuperato da <https://www.dotunusual.com>

CUP OF SEA

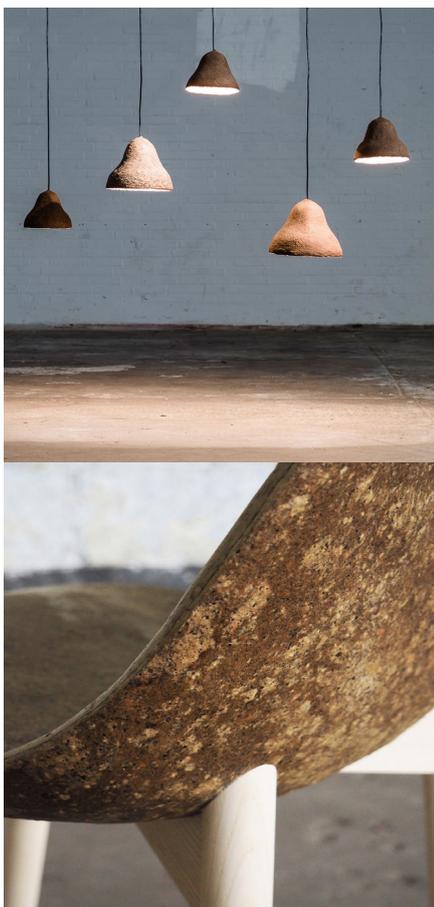
DESIGN D'INTERNI

Produttore: **Nikolaj Steenfatt** e **Jonas Edvard**, in collaborazione con la Royal Danish Academy of Fine Arts

Luogo di produzione: Danimarca

Anno di lancio: 2019

Stato: Prodotto sul mercato



Terroir è una linea di arredamento che utilizza alghe marine raccolte dalle spiagge danesi per creare mobili e accessori. La linea comprende sedie e lampade, realizzate con un materiale che combina la leggerezza della carta con la resistenza del sughero.

Il processo di produzione di Terroir inizia con la raccolta di alghe dalle **spiagge danesi**, dove tonnellate di alghe vengono depositate annualmente a causa delle mareggiate.

Vengono essiccate e poi tagliuzzate in piccoli pezzi, successivamente, queste parti vengono cotte. Durante questa fase rilasciano **alginato**, un polimero naturale che funge da collante. Il composto di alghe e alginato viene poi trasformato in una pasta modellabile. Una volta modellato e asciugato, il composto diventa un materiale leggero e resistente. Questo materiale offre una texture unica e una varietà di colori naturali, che dipendono dal tipo di alghe utilizzate, spaziando da tonalità di verde a beige.

Il materiale offre prestazioni di sicurezza superiori grazie al sale marino, che funge da ritardante per le fiamme⁷⁵.

L'obiettivo è quello di progettare oggetti che riflettano il carattere distintivo del paesaggio culturale locale, utilizzando materiali raccolti nella stessa area, sostenendo un'**economia locale** e sostenibile⁷⁶.

75. Overland. (2023, 8 agosto). Design ed ecologia: quando l'arredamento è con le alghe. Overland. Recuperato da <https://www.overland.org/design-ed-ecologia-quando-larredamento-e-con-le-alghe/>

76. Steenfatt, N. (n.d.). Terroir. Nikolaj Steenfatt. Recuperato da <https://www.nikolajsteenfatt.dk/work/terroir>

LIVING THINGS

DESIGN D'INTERNI

Produttori: **Jacob Douenias** e **Ethan Frier**

Luogo di produzione: The Mattress Factory, Museo d'Arte Contemporanea di Pittsburgh, Pennsylvania, Stati Uniti

Anno di lancio: 2020

Stato: Installazione artistica attualmente esposta



Living Things esplora l'integrazione di microalghe, più nello specifico la **Spirulina**, in elementi di arredamento. Questa specie di alghe è priva di foglie e radici, e può riprodursi anche in acque alcaline, rendendola adatta per la sospensione liquida. Le microalghe sono inserite in ampole di vetro trasparente, trasformando il concetto tradizionale di mobili in strutture viventi che utilizzano la **fotosintesi** per **generare luce** e **produrre nutrienti**. Le ampole sono collegate a una base di lavoro attraverso cavi e tubi, questo sistema permette di monitorare individualmente ciascun contenitore e di somministrare acqua pulita quando il liquido diventa troppo denso, garantendo la salute e la funzionalità delle alghe. Le ampole agiscono come fonti di illuminazione naturale e contribuiscono al riscaldamento degli spazi in cui sono posizionate. Questo è possibile grazie alla capacità delle microalghe di assorbire e convertire l'energia solare in calore e luce, che viene poi irradiata attraverso il vetro. Le ampole contribuiscono alla creazione di un **ambiente visivamente dinamico**. L'aspetto degli arredi cambia nel tempo a causa della crescita continua delle alghe⁷⁷.

La Spirulina è in grado di produrre una biomassa ricca di proteine, diventando una risorsa preziosa sia per l'energia e anche per la produzione alimentare. Durante l'installazione, artisti e chef hanno collaborato con il museo di Pittsburgh per creare piatti e bevande a base di Spirulina, mostrando le potenzialità di queste microalghe come alimento.

Infatti, la Spirulina è stata considerata dalla NASA alimento primario per le missioni spaziali di lunga durata, per la sua elevata efficienza nutrizionale⁷⁸.

77. Design Miss. (2023, 10 maggio). *Living things: microalghe per un arredamento sostenibile*. Design Miss. Recuperato da <https://www.design-miss.com/living-things-microalghe-per-un-arredamento-sostenibile/>

78. Green.it. (2023, 5 gennaio). *Living things: mobili fotosintetici*. Green.it. Recuperato da <https://www.green.it/living-things-mobili-fotosintetici/>

BIO-BLOCK SPIRAL

SETTORE EDILIZIA

Produttori: **SOM** (Skidmore, Owings & Merrill) in collaborazione con **Pro metheus Materials**

Luogo di Presentazione: Biennale di Architettura di Chicago

Anno di Presentazione: 2023

Stato: In fase di sviluppo



Il Bio-Block è un mattone realizzato a partire da microalghe. Questo progetto è stato presentato alla Biennale di Architettura di Chicago nel 2023. Vengono utilizzate le microalghe come componente principale all'interno di una matrice di materiali che formano il biopolimero, esse sono note per la loro capacità di **catturare anidride carbonica** dall'atmosfera.

La produzione del Bio-Block avviene attraverso un processo in cui le microalghe vengono coltivate e stimolate a catturare CO₂. Una volta catturata, questa viene trasformata attraverso il processo di **bio cementazione** in un materiale solido e resistente, un'innovazione attualmente in fase di brevetto. Questo processo permette la formazione di un composto simile al carbonato di calcio, che conferisce ai mattoni proprietà meccaniche e termiche comparabili o addirittura superiori a quelle del cemento tradizionale. Questo composto è poi modellato in blocchi che possono essere utilizzati direttamente nelle costruzioni.

I test preliminari hanno dimostrato che il Bio-Block possiede eccellenti proprietà meccaniche, risulta infatti stabile e durevole. La sua capacità di offrire prestazioni termiche elevate lo rende ideale per edifici che mirano all'efficienza energetica.

Attualmente, il Bio-Block è in fase di test, con i primi risultati che indicano un alto potenziale di utilizzo in costruzioni stabili e funzionali. La collaborazione tra SOM, Prometheus Materials e vari istituti di ricerca sta contribuendo allo sviluppo e alla validazione del prodotto⁷⁹.

79. Buy Circular. (2023, novembre). Bio-Block: un nuovo mattone eco-friendly a base di alghe. Buy Circular. Recuperato da <https://www.buycircular.it/bio-block-un-nuovo-mattone-eco-friendly-a-base-di-alghe/>

MYCO-ALGA

SETTORE EDILIZIA

Produttore: **BioMatters**

Luogo di produzione: New Yourk, USA

Anno di produzione: 2024

Stato: Prototipo



Le piastrelle organiche MYCO-ALGA sono realizzate a partire da **micelio, alghe e rifiuti organici**. Il processo di produzione delle piastrelle inizia con la preparazione di un substrato composto da rifiuti organici domestici e industriali riciclati e macinati, che funge da base nutritiva per la crescita del micelio.

Questo substrato viene quindi introdotto nel micelio, che viene stampato in 3D per creare forme uniche e su misura. Dopo la stampa, le piastrelle vengono coltivate in un ambiente climatizzato per circa due settimane, durante le quali il micelio cresce e si intreccia con il materiale organico, agendo come un collante naturale che conferisce al prodotto finale una struttura resistente e durevole. Per stabilizzare il materiale e bloccare la crescita ulteriore del micelio, le piastrelle vengono essiccate e disidratate in forni speciali, ottenendo così un prodotto finito rigido e leggero. Successivamente, la biomassa delle alghe viene trasformata in un gel che viene poi applicata sulle piastrelle attraverso un processo di stampa 3D. Questo passaggio permette di creare effetti tattili e aggiungere colore naturale alle superfici. Il design delle piastrelle, ispirato alle forme ramificate del micelio, garantisce una variazione continua di modelli e texture, rendendo ogni pezzo unico e non ripetitivo. Le piastrelle offrono una consistenza morbida e vellutata, elevando così l'esperienza tattile dei rivestimenti per interni.

Le piastrelle MYCO-ALGA sono attualmente in fase di prototipo e non sono ancora disponibili sul mercato. Il progetto è esposto presso The Mattress Factory, un museo d'arte contemporanea a Pittsburgh⁸⁰.

80. Rinnovabili.it. (2023, 10 luglio). *Piastrelle stampate in 3D da micelio, alghe e rifiuti: Myco-Alga*. Rinnovabili.it. Recuperato da <https://www.rinnovabili.it/mercato/rd/piastrelle-stampate-3d-micelio-alghe-rifiuti-myc-alga/>

NEPTUTHERM

SETTORE EDILIZIA

Produttore: **Fraunhofer Institut**

Luogo di produzione: Germania

Anno di Produzione: 2022

Stato: Prodotto sul mercato



Neptutherm è un materiale isolante sviluppato utilizzando alghe marine, specificamente la **Posidonia oceanica**, comunemente nota come 'Erba di Nettuno', diffusa nel Mar Mediterraneo. Le alghe vengono raccolte dalle spiagge senza danneggiare le colonie marine e lasciate essiccare naturalmente; in seguito vengono macinate e compattate per formare un composto fibroso che viene insufflato o versato nelle cavità murarie. L'isolante agisce come un tappone, assorbendo e rilasciando il vapore acqueo senza compromettere la sua efficacia isolante.

Il materiale ha una **bassa conducibilità termica**, riducendo al minimo la perdita di calore attraverso pareti e tetti. Questo contribuisce a mantenere costante la temperatura interna, migliorando l'efficienza energetica dell'edificio; è anche altamente traspirante, permettendo al vapore acqueo di passare senza compromettere le sue proprietà isolanti. Questo previene l'accumulo di umidità e la formazione di muffa all'interno delle pareti.

Ha una base di resistenza al fuoco, che offre una protezione contro la propagazione delle fiamme, contribuendo alla sicurezza dell'edificio⁸¹.

Le fibre di Posidonia oceanica sono naturalmente resistenti a muffa e umidità, riducendo il bisogno di trattamenti chimici.

Richiede il 30% in meno di energia rispetto ai tradizionali materiali isolanti in vetroresina.

Progettato per essere utilizzato sia in nuove costruzioni che in ristrutturazioni⁸².

81. Ecobel. (2024). Brochure isolanti. Ecobel. Recuperato da https://www.ecobel.it/wp-content/uploads/2024/03/Brochure_Isolanti_11.23_esee.pdf

82. Build News. (2024, 22 marzo). *Neptutherm: isolare gli edifici con le alghe*. Build News. Recuperato da <https://www.buildnews.it/articolo/neptutherm-isolare-gli-edifici-con-le-alghe>

CREME DE LA MER SERUM

SETTORE COSMETICO E
FARMACEUTICO

Produttore: La Mer, **Max Huber**

Luogo di produzione: New York, USA

Anno di Produzione: 2020

Stato: Prodotto sul mercato



Miracle Broth™



La Mer è una marca di prodotti cosmetici di lusso, particolarmente famosa per la sua crema idratante La Mer Crème de la Mer. Fondata da Max Huber, un fisico aerospaziale, la storia del marchio inizia negli anni '60 quando Huber sviluppò una formula esclusiva per trattare le sue ustioni con alghe marine. The Revitalizing Hydrating Serum di La Mer è un siero idratante progettato per migliorare l'idratazione della pelle e conferire luminosità e benefici anti-invecchiamento. La sua formula è arricchita con il **Miracle Broth**, un concentrato creato attraverso un processo di fermentazione delle alghe marine, ricco di nutrienti e minerali.

Il processo inizia con la selezione e raccolta di alghe marine provenienti dalle acque al largo dell'isola di Vancouver. Dopo la raccolta, le alghe vengono sottoposte a un processo di estrazione che conserva i loro principi attivi, viene poi combinato con altri ingredienti puri e nutrienti. La parte principale del processo di produzione è la **fermentazione** dell'estratto di alghe, che avviene in vasche di fermentazione per un periodo di 3-4 mesi. Durante questo tempo, l'estratto viene esposto a luce e suoni specifici per potenziare le sue proprietà benefiche.

Le alghe marine sono ricche di nutrienti essenziali, vitamine e minerali, che contribuiscono a migliorare l'idratazione e la rigenerazione della pelle.

Le alghe hanno una capacità di **autorigenerazione** e sono particolarmente efficaci nel rinforzare la barriera naturale della pelle. Inoltre, le alghe contengono antiossidanti che aiutano a neutralizzare i radicali liberi, riducendo così i segni dell'invecchiamento e migliorando l'aspetto generale della pelle⁸³.

83. La Mer. (n.d.). Brand story. La Mer. Recuperato da <https://www.lamer.eu/it/it/brand-story>

ALGAECAL

SETTORE COSMETICO E
FARMACEUTICO

Produttore: **Algaecal Inc.**

Luogo di produzione: Vancouver, Canada

Anno di Produzione: ..

Stato: Prodotto sul mercato



AlgaeCal è un integratore alimentare progettato per supportare la salute delle ossa. È composto principalmente da **calcio** estratto da alghe marine.

Il processo di produzione inizia con la raccolta manuale delle alghe lungo le coste di Vancouver, seguendo pratiche sostenibili per minimizzare l'impatto ambientale. Dopo la raccolta, le alghe vengono pulite, essiccate e macinate in una polvere fine. Questa polvere viene sottoposta a un trattamento per estrarre il calcio e altri minerali utilizzando metodi di solubilizzazione che evitano l'uso di additivi chimici.

L'estratto di calcio viene poi combinato con altri nutrienti per creare il prodotto finale. Il calcio estratto dalle alghe marine è caratterizzato da una biodisponibilità elevata, il che significa che viene assorbito e utilizzato in modo più efficace dal corpo rispetto ai tradizionali integratori di calcio sintetico.

Le alghe marine offrono un'ulteriore vantaggio poiché contengono anche **magnesio, borone** e altri **oligoelementi** essenziali che supportano la salute scheletrica. La biodisponibilità del calcio marino è generalmente più alta, il che può aiutare a migliorare la densità ossea e prevenire condizioni come l'osteoporosi.

Il prodotto è formulato per essere privo di OGM, glutine e lattosio. È disponibile in forma di capsule⁸⁴.

84. AlgaeCal. (n.d.). *Why ocean algae?* AlgaeCal. Recuperato da <https://www.algaecal.com/why-ocean-algae/>

EVOWARE PACKAGING

PACKAGING

Produttore: **Evoware**

Luogo di produzione: Indonesia

Anno di Produzione: 2015

Stato: Prodotto sul mercato



Evoware è un'azienda indonesiana pionieristica nel campo dei prodotti a base di alghe, focalizzata sulla riduzione della plastica monouso attraverso soluzioni biodegradabili. I loro principali prodotti includono involucri per alimenti e bevande realizzati principalmente con **alghe rosse**. Questi materiali non solo si decompongono naturalmente, ma sono anche sicuri per l'ambiente e possono essere consumati, riducendo così i rifiuti plastici. Il packaging di Evoware è composto da una miscela di alghe rosse, amido di mais, glicerina e acqua. Le alghe rosse costituiscono la base del materiale, mentre l'**amido di mais** e la **glicerina** servono come leganti e plastificanti. L'acqua viene utilizzata per idratare e mescolare il composto.

Il processo inizia con la raccolta e il trattamento delle alghe rosse, che vengono poi miscelate. Questa miscela viene pressata e modellata per formare involucri e confezioni. Il materiale risultante è progettato per resistere all'umidità e alle variazioni di temperatura, proteggendo efficacemente il cibo.

Il materiale è flessibile e resistente, adatto per vari usi nel confezionamento alimentare.

L'azienda utilizza alghe raccolte in modo sostenibile, contribuendo alla protezione dell'ambiente marino e alla riduzione dei rifiuti plastici. La trasparenza di Evoware nel processo di produzione mira a promuovere valori di sostenibilità, innovazione e responsabilità ambientale, contribuendo a sensibilizzare e incoraggiare un consumo consapevole e responsabile.

I loro prodotti sono principalmente sviluppati in Indonesia, dove le alghe sono abbondanti e il problema della plastica è particolarmente rilevante⁸⁵.

85. Rethink Plastic. (n.d.). Home. Rethink Plastic. Recuperato da <https://rethink-plastic.com/home/>

NOTPLA SEAWEED PACKAGING

PACKAGING

Produttore: **Notpla**

Luogo di produzione: Londra, Regno Unito

Anno di Produzione: 2014

Stato: Prodotto sul mercato



Notpla utilizza alghe marine, in particolare il **Sargassum**, per produrre imballaggi ecologici e sostenibili. La pellicola creata da Notpla serve come alternativa alle tradizionali plastiche monouso per il confezionamento di cibi e bevande. Il Sargassum è una specie di alga che cresce rapidamente e abbondantemente, vengono mescolate con altri ingredienti naturali per ottenere la consistenza e le proprietà desiderate. Il processo produttivo inizia con la raccolta e la pulizia delle alghe che vengono poi trattate e trasformate in una pasta che viene stesa e asciugata per formare la pellicola. Il risultato è un prodotto resistente all'umidità e alla temperatura, che protegge in modo efficace il contenuto. La pellicola mantiene la qualità del contenuto anche in condizioni di umidità, si adatta a vari ambienti di temperatura.

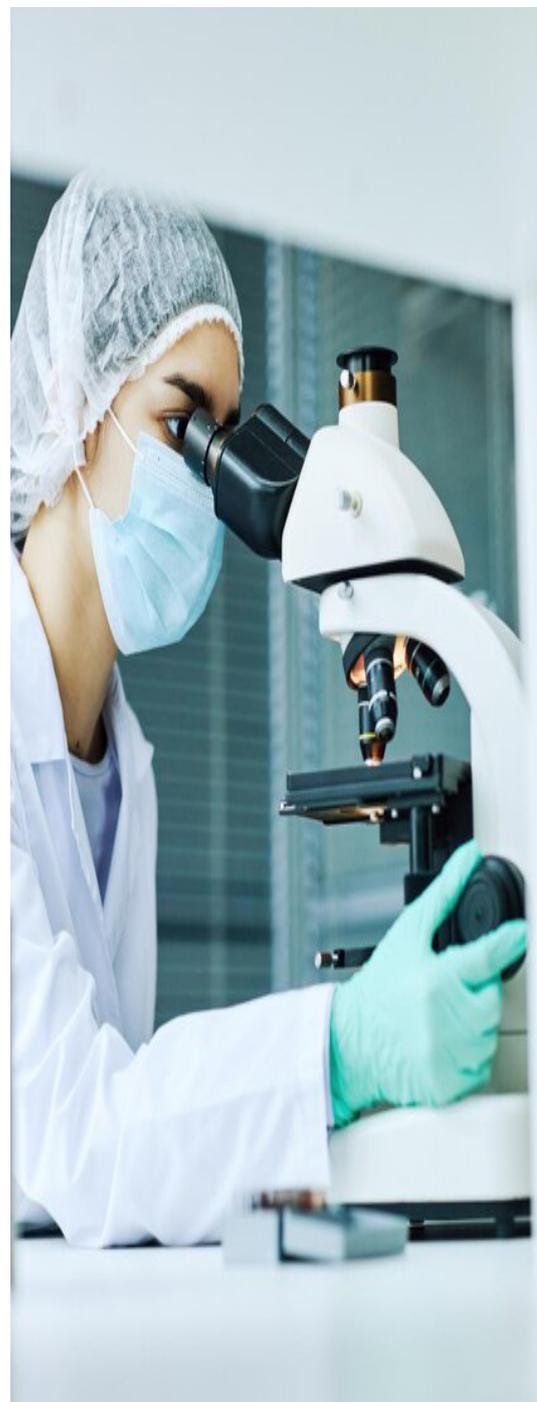
La pellicola di Notpla è completamente biodegradabile e compostabile, riducendo l'impatto ambientale rispetto alla plastica tradizionale.

Per promuovere l'adozione del packaging, l'azienda ha instaurato collaborazioni strategiche con marchi di grande rilevanza e partecipato a eventi di ampio respiro. Tra le collaborazioni vi sono quelle con eventi sportivi, come la Maratona di Göteborg e l'Euro femminile UEFA. In queste occasioni, sono stati sostituiti decine di migliaia di imballaggi di plastica, dimostrando l'efficacia del materiale. Inoltre, l'azienda ha lavorato con Just Eat per distribuire milioni di contenitori monouso da asporto ai clienti in tutta Europa⁸⁶.

86. Notpla. (n.d.). Impact. Notpla. Recuperato da <https://www.notpla.com/impact>

2.4 VANTAGGI UTILIZZO DELLE ALGHE NEL FASHION DESIGN

Dal 2015, il mondo della moda ha visto un crescente interesse verso soluzioni sostenibili e innovative per la produzione di tessuti e materiali. Esiste un enorme potenziale e una domanda significativa nell'industria dei materiali innovativi. Attualmente, il mercato è composto da circa 74 innovatori che, dal 2015, hanno attratto oltre 1,29 miliardi di dollari in investimenti, con quasi il 40% di questi fondi raccolti solo nel 2020. Tutto ciò suggerisce una forte crescita futura: secondo il **Material Innovation Initiative**, il mercato dei materiali innovativi potrebbe vedere un tasso di crescita annuale dell'80% nei prossimi cinque anni⁸⁷. Tra le alternative emergenti, le alghe si stanno affermando come una risorsa particolarmente promettente nel fashion design poiché offrono una serie di vantaggi che le rendono una scelta ecologica e versatile per l'industria tessile. Le recenti strategie di bioeconomia e della Crescita Blu promosse dall'Unione Europea sottolineano l'importanza crescente della biomassa algale come risorsa strategica per una vasta gamma di applicazioni commerciali. Secondo la relazione annuale 2018 della Commissione Europea sull'economia blu, il settore della biomassa algale nell'UE impiega attualmente circa 14.000 persone e ha un valore economico di 1,69 miliardi di euro. Questo valore include attività di ricerca e sviluppo, produzione di attrezzature e posti di lavoro. L'uso crescente di macroalghe e microalghe sta guadagnando un riconoscimento significativo in Europa, consolidandosi come una risorsa fondamentale per una vasta gamma di applicazioni⁸⁸.



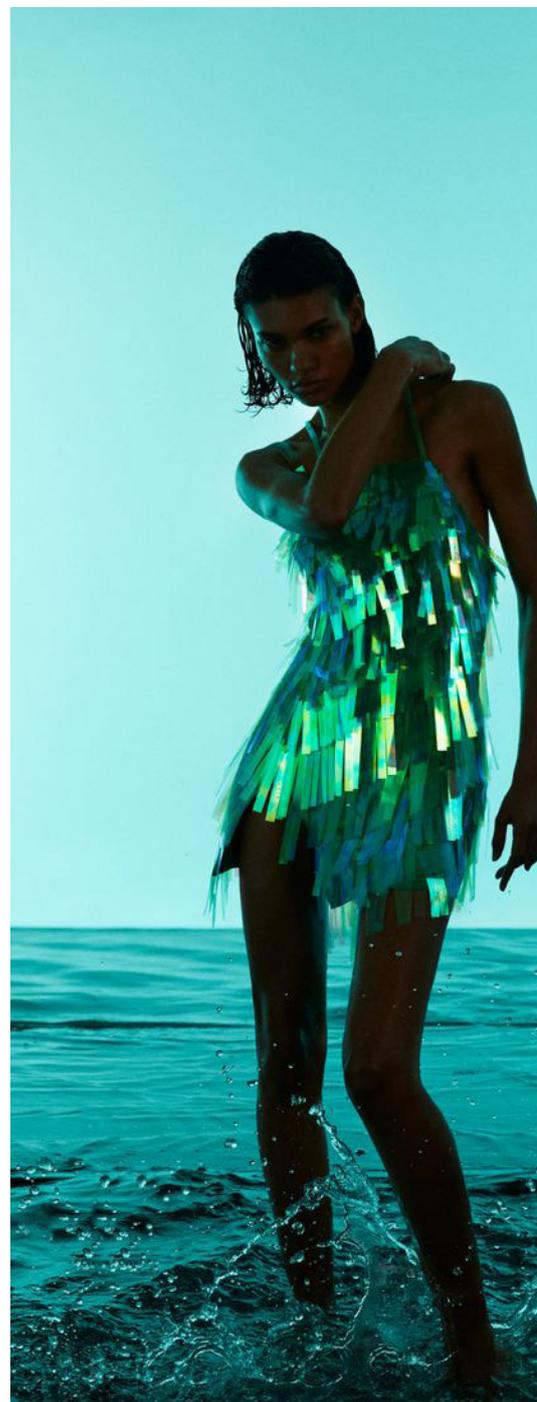
87. Vestilanatura. (2024, 15 agosto). *Boom di materiali innovativi nel tessile. Vestilanatura*. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/boom-di-materiali-innovativi-nel-tessile/>

88. Cordis. (2023, 22 maggio). *Scoprire il potere delle alghe come risorsa rinnovabile. Cordis*. Recuperato da <https://cordis.europa.eu/article/id/401427-discovering-algae-power-as-a-renewable-resource/it>

In primo luogo, le alghe sono una risorsa rinnovabile e a **basso impatto ambientale**, in grado di ridurre significativamente il consumo di risorse naturali e le emissioni di carbonio rispetto ai materiali tradizionali. La loro coltivazione richiede pochi input esterni, come acqua e fertilizzanti, e non compete con le risorse alimentari o terreni agricoli destinati ad altre colture.

Oltre alla sostenibilità ambientale, le alghe offrono vantaggi significativi in termini di **performance dei materiali**. Le fibre derivate dalle alghe presentano proprietà uniche, come una notevole leggerezza, traspirabilità e resistenza, che possono migliorare il comfort e la funzionalità dei capi di abbigliamento. Inoltre, le alghe sono ricche di **nutrienti** benefici, come vitamine e minerali, che possono conferire ai tessuti caratteristiche speciali come proprietà antibatteriche e idratanti⁸⁹.

Le alghe possiedono proprietà straordinarie che contribuiscono significativamente alla protezione della pelle dagli agenti ambientali dannosi a cui siamo esposti ogni giorno. Questi organismi acquatici sono ricchi di una varietà di sostanze nutritive essenziali, tra cui vitamine, oligoelementi, aminoacidi e minerali, che giocano un ruolo cruciale nella salute e nella rigenerazione della pelle.



89. Arpa Speciali. (n.d.). *Gli estratti umici e le alghe, biostimolanti per le colture agrarie*. Arpa Speciali. Recuperato da <https://www.arpaspeciali.com/guide/gli-estratti-umici-e-le-alghe-biostimolanti-per-le-colture-agrarie/>

Le vitamine, come la vitamina C e la vitamina E, sono note per le loro proprietà antiossidanti, che aiutano a combattere i radicali liberi e a ridurre l'infiammazione cutanea⁹⁰.

Gli oligoelementi e i minerali presenti nelle alghe, come il calcio e il magnesio, supportano la funzione cellulare e migliorano la barriera cutanea, promuovendo un aspetto sano e luminoso della pelle.

Inoltre, le alghe favoriscono la rigenerazione cellulare, un processo fondamentale per il rinnovo e la riparazione della pelle.

Questa azione stimolante può contribuire a ridurre l'infiammazione e a migliorare la risposta cutanea agli stress ambientali.

L'umidità naturale della pelle interagisce attivamente con le fibre di alga, facilitando uno scambio costante di sostanze benefiche tra il materiale e l'epidermide. Questo scambio non solo apporta nutrienti vitali alla pelle, ma migliora anche il comfort e la sensazione di benessere, offrendo una protezione efficace e naturale contro le aggressioni quotidiane dell'ambiente⁹¹.



90. Maeko Tessuti. (n.d.). *Fibre Sea-Cell. Maeko Tessuti*. Recuperato da <https://maekotessuti.com/fibre-sea-cell/#:~:text=Le%20alghe%20sono%20ricche%20di,a%20ridurre%20le%20infiammazioni%20cutanee>.

91. Matech. (n.d.). *Fibre con alghe marine. Matech*. Recuperato da [https://www.matech.it/materiali/fibre-con-alghe-marine/#:~:text=Grazie%20agli%20estratti%20di%20alghe,\(secondo%20Alban%20Muller%20International\)](https://www.matech.it/materiali/fibre-con-alghe-marine/#:~:text=Grazie%20agli%20estratti%20di%20alghe,(secondo%20Alban%20Muller%20International)).

METODI ESTRAZIONE E LAVORAZIONE

OR



3.1 PROCESSI DI ESTRAZIONE DELLE SOSTANZE UTILI DALLE ALGHE

Le alghe rappresentano una risorsa estremamente versatile per l'industria tessile grazie alla loro capacità di sintetizzare una varietà di **composti biochimici** di valore, come **polisaccaridi, pigmenti, lipidi e proteine**. Questi composti sono fondamentali per la produzione di tessuti innovativi e sostenibili. Tuttavia, per sfruttare appieno il potenziale delle alghe, è essenziale adottare metodi di estrazione e trasformazione che garantiscano l'efficacia e la qualità dei materiali ottenuti. Le tecniche di estrazione possono essere suddivise in **metodi chimici e fisici**. I metodi chimici possono offrire un'elevata resa ma possono anche comportare rischi ambientali, d'altro canto, i metodi fisici sono considerati più sostenibili ma possono richiedere condizioni operative precise per essere efficaci⁹².

I **polisaccaridi** come l'alginato, l'agar e la carragenina sono tra i principali composti estratti dalle alghe per applicazioni tessili. Questi polisaccaridi sono noti per le loro proprietà addensanti, gelificanti e stabilizzanti.

L'**alginato** è un polisaccaride estratto dalle alghe brune, come *Laminaria* e *Ascophyllum*. Il processo di estrazione inizia con un trattamento delle alghe con una soluzione di carbonato di sodio per solubilizzare l'alginato. Poi la soluzione viene filtrata e l'alginato viene precipitato aggiungendo cloruro di calcio. Questo processo non solo libera l'alginato ma preserva anche la sua struttura chimica, essenziale per mantenere le sue proprietà nella produzione tessile⁹³. In alternativa, l'uso di acidi come l'acido citrico può essere impiegato per migliorare la resa e la purezza dell'alginato⁹⁴.

92. Lomartire, S., & Gonçalves, A. M. (2022). *Tecnologie innovative per l'estrazione di polisaccaridi dalle alghe e il loro utilizzo in alimenti con applicazioni terapeutiche—Una rassegna*. *Foods*, 11(17), 2654. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/17/2654>

93. McHugh, D. J. (2003). *Guida all'industria delle alghe marine*. FAO Fisheries Technical Paper, (441), 105-122. Roma: FAO.

94. Zhang, L., & Zheng, Y. (2019). *Alginati nelle applicazioni di ingegneria tissutale e tessile*. *Advanced Functional Materials*, 29(5), 1806235. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201806235>

Successivamente, la soluzione viene rigenerata in fibre attraverso un processo di filatura (McHugh, 2003). Queste fibre sono apprezzate per la loro capacità di assorbire l'umidità e per la loro biodegradabilità. Le applicazioni tipiche includono abbigliamento sportivo e tessuti per la salute, dove le proprietà di gestione dell'umidità sono cruciali.

L'**agar** viene ottenuto attraverso un processo di ebollizione delle alghe in acqua. Questa fase di ebollizione solubilizza l'agar, che viene poi filtrato e raffreddato per ottenere il gel di agar. Il gel viene successivamente asciugato e macinato per ottenere una polvere fine. Questo polisaccaride è particolarmente utile per la sua capacità di formare gel stabili e trasparenti, che possono essere filati in fibre sottili⁹⁵. Queste fibre sono leggere, elastiche e possiedono una buona resistenza alla deformazione, rendendole ideali per l'abbigliamento morbido e tessuti decorativi. Le fibre di agar sono anche utilizzate in applicazioni mediche e scientifiche per la loro capacità di creare ambienti controllati per la crescita di colture cellulari.

La **carragenina** è estratta da alghe rosse come *Chondrus crispus*. L'estrazione comporta un trattamento con soluzioni alcaline e acide per solubilizzare e purificare il polisaccaride. La carragenina è nota per le sue proprietà addensanti e gelificanti per conferire struttura e stabilità ai materiali⁹⁶. La carragenina viene utilizzata per formare film o fibre che possono essere applicati a tessuti come rivestimenti protettivi⁹⁷. Queste fibre offrono proprietà antimicrobiche e idrorepellenti, rendendole adatte per tessuti che devono resistere all'umidità e ai batteri.

95. Jothi, D., & Ramaswamy, G. N. (2018). *Fibre tessili dalle alghe marine*. *Journal of Applied Polymer Science*, 135(31), 46521. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.46521>

96. Zhu, L., & Li, Y. (2016). *Alghe marine come risorsa sostenibile per sostanze chimiche e materiali*. *Bioresource Technology*, 215, 101-107. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852416301589>

97. McHugh, D. J. (2003). *A guide to the seaweed industry*. *FAO Fisheries Technical Paper*, (441), 105-122. Roma: FAO. <https://www.fao.org/3/y4765e/y4765e.pdf>

Le alghe sono anche una fonte ricca di **pigmenti naturali** che possono essere utilizzati per la colorazione dei tessuti. Questi pigmenti non solo conferiscono colori vivaci ma possono anche offrire benefici aggiuntivi, come proprietà antiossidanti e antibatteriche.

Le ficobiliproteine, come la ficoeritrina e la ficocianina, sono estratte da alghe blu-verdi e rosse. L'estrazione di queste proteine avviene utilizzando solventi acquosi come le soluzioni saline o buffer alcalini. Questa tecnologia consente di preservare l'attività biologica dei pigmenti, rendendoli adatti per applicazioni nei tessuti e nei prodotti cosmetici⁹⁸.

La fucoxantina, un pigmento marrone trovato nelle alghe brune è utile per ottenere coloranti naturali con tonalità calde. L'estrazione della fucoxantina può anche essere migliorata attraverso tecniche di ultrasonografia, che aumentano l'efficienza del processo estraendo una maggiore quantità di pigmento in meno tempo⁹⁹.

Le alghe contengono anche **lipidi e proteine** che possono essere estratti.

I lipidi possono essere estratti dalle alghe attraverso l'uso di solventi organici come l'esano, il dichlorometano o l'alcool etilico. Recentemente, metodi di estrazione più ecologici, come l'uso di CO₂ supercritico, sono stati sviluppati per ottenere lipidi senza l'uso di solventi tossici. Questi lipidi possono essere utilizzati per produrre bioplastiche, biodiesel e come additivi per migliorare le proprietà dei tessuti¹⁰⁰.

98. Rajauria, G., & Abu-Ghannam, N. (2013). *Isolamento e valutazione dei composti bioattivi dalle alghe marine*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 19, 189-198. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856413000510>

99. Jothi, D., & Ramaswamy, G. N. (2018). *Fibre tessili dalle alghe marine*. *Journal of Applied Polymer Science*, 135(31), 46521. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.46521>

100. Percival, E. (2016). *Polissaccaridi algali nei film biodegradabili*. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 54(9), 1031-1037. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pola.28124>

L'estrazione con CO₂ supercritico non solo migliora la purezza dei lipidi ma anche la loro qualità, rendendoli più adatti per applicazioni di alto valore.

Le proteine algali possono essere ottenute attraverso metodi di precipitazione a variazioni di pH e temperatura per creare film e rivestimenti che conferiscono ai tessuti proprietà come resistenza alla trazione e capacità di assorbimento¹⁰¹. Le proteine algali hanno il vantaggio di essere biodegradabili e non tossiche.

101. Zhang, L., & Zheng, Y. (2019). *Alginati nelle applicazioni di ingegneria tissutale e tessile*. *Advanced Functional Materials*, 29(5), 1806235. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201806235>

3.2 TECNICHE DI TRASFORMAZIONE DELLE ALGHE IN MATERIALI TESSILI

La trasformazione delle alghe in materiali tessili sfrutta le proprietà di questi organismi e impiega tecniche avanzate per ottenere fibre e tessuti con caratteristiche speciali. Questo processo comprende diverse fasi, tra cui la produzione di fibre tessili, la creazione di film e rivestimenti, lo sviluppo di materiali compositi e ibridi, e l'uso di tecnologie avanzate come l'estrusione e la nanotecnologia.

3.2.1 Produzione di Fibre Tessili da Alghe

La produzione di fibre tessili a partire dalle alghe è un processo che sfrutta le proprietà di vari polisaccaridi estratti dalle alghe. I due principali metodi utilizzati sono la **filatura** e la **gelificazione**.

La filatura delle fibre tessili a base di alghe avviene attraverso due principali tecniche: la **filatura umida** e la **filatura secca**.

La **filatura umida** è particolarmente utilizzata per convertire soluzioni di alginato in fibre. Il processo inizia con la dissoluzione dell'alginato in una soluzione alcalina, creando una massa viscosa. Questa massa viene poi passata attraverso una filiera e solidificata mediante l'immersione in una soluzione di cloruro di calcio, che provoca la gelificazione dell'alginato e la formazione di fibre solide¹⁰². Le fibre di alginato risultanti sono caratterizzate da una buona resistenza e flessibilità, rendendole ideali per applicazioni tessili come abbigliamento sportivo e materiali per la salute¹⁰³.

102. McHugh, D. J. (2003). *A guide to the seaweed industry*. FAO Fisheries Technical Paper, (441), 105-122. Roma: FAO. <https://www.fao.org/3/y4765e/y4765e.pdf>

103. Percival, E. (2016). *Polissaccaridi algali nei film biodegradabili*. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 54(9), 1031-1037. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pola.28124>

La **filatura secca**, invece, è utilizzata per polisaccaridi come agar e carragenina. In questo caso, i polisaccaridi vengono disciolti in acqua calda e poi trasformati in fibre attraverso processi di gelificazione e successivo asciugamento. Le fibre di agar, per esempio, sono apprezzate per la loro leggerezza ed elasticità, rendendole particolarmente adatte per tessuti morbidi e decorativi. Questo processo include la creazione di un gel di agar che viene poi filato in fibre sottili e asciugato per ottenere il materiale tessile finale¹⁰⁴. Le fibre di carragenina possono essere utilizzate in modo simile per creare tessuti con proprietà come una maggiore capacità di assorbimento dell'umidità e una migliore resistenza agli agenti atmosferici¹⁰⁵.

La **gelificazione** è un processo che prevede la formazione di un gel stabile a partire da una soluzione di polisaccaridi. Per il gelificante agar, il processo di gelificazione avviene quando la soluzione calda di agar viene raffreddata, formando un gel che può essere utilizzato come base per la produzione di fibre o film. Questa tecnica è particolarmente utile per creare materiali con caratteristiche particolari come elasticità e trasparenza. Analogamente, la carragenina gelifica in presenza di ioni di potassio, formando gel che possono essere utilizzati come rivestimenti o incorporati in materiali tessili per migliorarne la funzionalità¹⁰⁶.

104. Jothi, D., & Ramaswamy, G. N. (2018). *Fibre tessili dalle alghe marine*. *Journal of Applied Polymer Science*, 135(31), 46521. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.46521>

105. McHugh, D. J. (2003). *A guide to the seaweed industry*. *FAO Fisheries Technical Paper*, (441). Roma: FAO. <https://www.fao.org/3/y4765e/y4765e.pdf>

106. Jothi, D., & Ramaswamy, G. N. (2018). *Fibre tessili dalle alghe marine*. *Journal of Applied Polymer Science*, 135(31), 46521. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.46521>

Le proprietà dei gel di alghe possono essere modificate attraverso la variazione delle concentrazioni di polisaccaridi e la scelta degli agenti gelificanti. La gelificazione conferisce ai materiali una varietà di proprietà, inclusa la resistenza all'acqua e la flessibilità, che sono essenziali per applicazioni tessili¹⁰⁷. I film e i gel di agar e carragenina sono utilizzati in una gamma di applicazioni, dai tessuti decorativi a quelli tecnici, grazie alla loro capacità di formare strutture leggere e resistenti.

3.2.2 Produzione di Film e Rivestimenti Tessili

La produzione di film a base di alghe avviene attraverso la preparazione di una soluzione viscosa che viene poi stesa su un substrato e asciugata. I film di alginato sono ottenuti dissolvendo l'alginato in una soluzione alcalina e stendendolo su un substrato tramite tecniche di filmatura. Dopo l'essiccazione, il film risultante è solido e può essere utilizzato per creare tessuti impermeabili e resistenti agli agenti atmosferici¹⁰⁸.

I **film di agar** e **carragenina** possono essere prodotti attraverso un processo simile, ma le loro proprietà differiscono a causa delle diverse caratteristiche chimiche di questi polisaccaridi. I film di agar, per esempio, sono noti per la loro flessibilità e resistenza alla rottura, mentre i film di carragenina offrono una maggiore resistenza all'acqua e possono essere utilizzati in applicazioni che richiedono una protezione aggiuntiva¹⁰⁹.

107. Lee, K., & Lee, S. (2020). *Nanotecnologia nell'ingegneria tessile. Advanced Functional Materials*, 30(16), 1908654. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.201908654>

108. Zhu, L., & Li, H. (2016). *Tecniche di coestrusione per materiali tessili avanzati. Textile Research Journal*, 86(11), 1165-1175. <https://journals.sagepub.com/home/trj>

109. Zhang, L., & Zheng, Y. (2019). *Biocompositi da alghe marine per applicazioni tessili sostenibili. Composites Science and Technology*, 181, 107733. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026635381830626X>

I rivestimenti tessili a base di alghe vengono applicati ai tessuti per migliorare le loro proprietà funzionali. La carragenina, ad esempio, viene utilizzata per rivestire tessuti tramite immersione o spruzzatura, conferendo al tessuto una maggiore resistenza all'umidità e alle contaminazioni microbiche¹¹⁰. Questi rivestimenti possono essere progettati per migliorare ulteriormente le proprietà dei tessuti, come la protezione UV e la resistenza agli agenti atmosferici.

I rivestimenti di alginato possono anche essere utilizzati per creare tessuti con caratteristiche avanzate, come una maggiore durabilità e resistenza all'acqua. Questi rivestimenti possono essere combinati con altre tecnologie per migliorare ulteriormente le proprietà dei tessuti, rendendoli adatti a una vasta gamma di applicazioni¹¹¹.

3.2.3 Sviluppo di Materiali Compositi e Ibridi

I **materiali compositi** a base di alghe combinano fibre di alginato, agar o carragenina con altre fibre naturali o sintetiche per ottenere tessuti con proprietà migliorate. La combinazione di fibre di alghe con fibre naturali, come cotone o lino, migliora la resistenza, l'elasticità e la capacità di assorbimento del tessuto finale. Questi materiali compositi sono particolarmente utili per applicazioni che richiedono una resistenza meccanica e una durata superiori, come nei tessuti tecnici e nell'abbigliamento sportivo¹¹².

110. Percival, E. (2016). *Polissacaridi algali nei film biodegradabili*. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 54(9), 1031-1037. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pola.28124>

111. Rajauria, G., & Abu-Ghannam, N. (2013). *Isolamento e valutazione dei componenti bioattivi dalle alghe marine*. *Marine Drugs*, 11(2), 269-295. <https://www.mdpi.com/1660-3397/11/2/269>

112. Zhang, L., & Zheng, Y. (2019). *Biocompositi da alghe marine per applicazioni tessili sostenibili*. *Composites Science and Technology*, 181, 107733. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026635381830626X>

I compositi fibrosi possono essere progettati per soddisfare esigenze specifiche, come l'abbigliamento tecnico o i tessuti per il settore medico. L'integrazione di fibre di alghe con polimeri naturali o sintetici crea tessuti che offrono una combinazione di proprietà avanzate, come la traspirabilità, la resistenza all'acqua e l'elasticità¹¹³.

I **bio-compositi** sono realizzati combinando alghe con matrici polimeriche naturali o sintetiche, offrendo una soluzione ecologica e sostenibile per la produzione tessile. Questi materiali sono progettati per essere biodegradabili e sostenibili, riducendo l'impatto ambientale rispetto ai materiali tradizionali. I bio-compositi possono includere fibre di alghe integrate in una matrice di bioplastica o di polimeri naturali, promuovendo una moda più sostenibile e riducendo la dipendenza dai materiali sintetici¹¹⁴.

I bio-compositi offrono vantaggi significativi in termini di sostenibilità e riduzione dei rifiuti, poiché sono progettati per degradarsi nel tempo, contribuendo così alla riduzione dell'impatto ambientale dei tessuti. Questi materiali sono ideali per applicazioni in cui la sostenibilità è una priorità, come nei tessuti per il settore moda e arredamento¹¹⁵.

113. Lee, K., & Lee, S. (2020). *Nanotecnologia nell'ingegneria tessile*. *Advanced Functional Materials*, 30(16), 1908654. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.201908654>

114. Rajauria, G., & Abu-Ghannam, N. (2013). *Isolamento e valutazione dei componenti bioattivi dalle alghe marine*. *Marine Drugs*, 11(2), 269-295. <https://www.mdpi.com/1660-3397/11/2/269>

115. Jothi, D., & Ramaswamy, G. N. (2018). *Fibre tessili dalle alghe marine*. *Journal of Applied Polymer Science*, 135(31), 46521. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.46521>

3.2.4 Innovazioni nella Tecnologia di Estrusione e Co-estrusione

L'**estrusione** è un processo fondamentale nella produzione di fibre e film tessili a base di alghe. Questo processo implica la forzatura di una miscela viscosa attraverso una filiera per creare fibre di alginato o film di carragenina. L'estrusione consente di ottenere fibre con proprietà meccaniche e funzionali specifiche, come resistenza e flessibilità, adattando le caratteristiche del tessuto alle esigenze delle applicazioni¹¹⁶.

Le tecniche di estrusione sono altamente controllabili, permettendo di modificare le proprietà delle fibre attraverso la variazione della composizione della miscela e delle condizioni di processo. L'estrusione può essere utilizzata per produrre fibre di alginato con caratteristiche specifiche, come la resistenza all'acqua e la durabilità, rendendole ideali per una vasta gamma di applicazioni tessili¹¹⁷.

La **co-estrusione** è una tecnologia avanzata che consente di combinare più materiali durante il processo di estrusione. Questo metodo è particolarmente utile per creare tessuti compositi con proprietà combinate, integrando fibre di alginato con altri polimeri. La co-estrusione permette di ottenere tessuti con caratteristiche personalizzabili, come la resistenza all'umidità e la flessibilità, rispondendo a esigenze specifiche di performance¹¹⁸.

116. Zhu, L., & Li, H. (2016). *Tecniche di coestrusione per materiali tessili avanzati*. *Textile Research Journal*, 86(11), 1165-1175. <https://journals.sagepub.com/home/trj>

117. Lee, K., & Lee, S. (2020). *Nanotecnologia nell'ingegneria tessile*. *Advanced Functional Materials*, 30(16), 1908654. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.201908654>

118. Zhang, L., & Zheng, Y. (2019). *Biocompositi da alghe marine per applicazioni tessili sostenibili*. *Composites Science and Technology*, 181, 107733. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026635381830626X>

3.2.5 Tecnologie di Trattamento Superficiale e Nanotecnologia

Il trattamento superficiale dei tessuti a base di alghe può migliorare significativamente le loro proprietà funzionali. Tecniche come il rivestimento con nano-particelle o l'applicazione di film protettivi possono conferire ai tessuti proprietà come la resistenza all'acqua, la protezione UV e la capacità di respingere macchie. I trattamenti superficiali possono essere applicati ai tessuti di alghe per migliorare la loro durabilità e funzionalità, rendendoli adatti a una vasta gamma di applicazioni¹¹⁹.

Questi trattamenti sono progettati per migliorare le prestazioni dei tessuti senza compromettere la loro traspirabilità e comfort.

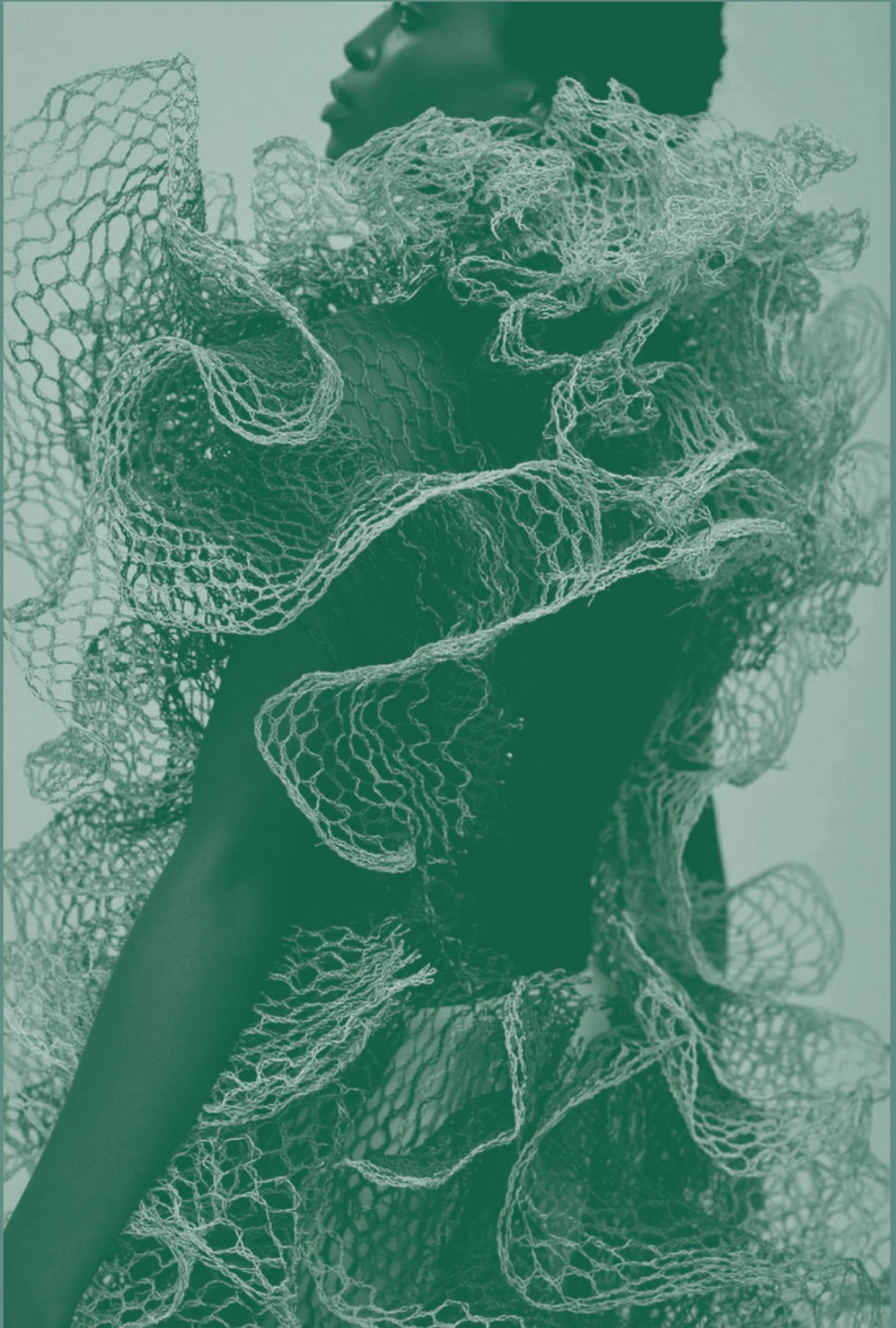
La nanotecnologia offre soluzioni avanzate per migliorare le proprietà dei tessuti a base di alghe. Le nano-particelle possono essere incorporate nei materiali tessili per conferire loro proprietà specifiche, come la resistenza agli agenti atmosferici e la protezione UV. La nanotecnologia consente di modificare le caratteristiche dei tessuti a livello nanometrico, migliorando la loro funzionalità e durabilità¹²⁰.

119. Lee, K., & Lee, S. (2020). *Nanotecnologia nell'ingegneria tessile*. *Advanced Functional Materials*, 30(16), 1908654. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.201908654>

120. Zhang, L., & Zheng, Y. (2019). *Biocompositi da alghe marine per applicazioni tessili sostenibili*. *Composites Science and Technology*, 181, 107733. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026635381830626X>

APPLICAZIONI PRATICHE NEL FASHION DESIGN

04



4.1 INTRODUZIONE AI CASI STUDIO

I casi studio selezionati sono stati scelti per la loro rilevanza nel campo del fashion design e del tessile sostenibile. La scelta è stata guidata dalla necessità di esplorare soluzioni che riducono l'impatto ambientale dell'industria tessile, un settore noto per il suo elevato consumo di risorse e produzione di rifiuti. I prodotti sono stati suddivisi in categorie tematiche che riflettono diverse applicazioni delle alghe nel tessile: fibre tessili e filati innovativi, materiali compositi e ibridi, pigmenti e coloranti naturali e accessori innovativi.

Sono state scelte queste categorie poiché coprono un ampio spettro di applicazioni: le fibre e i filati sono la base di ogni prodotto tessile, le alghe verranno analizzate come alternativa alle fibre tradizionali, come il cotone o il poliestere e possono essere integrate ad altri materiali; i materiali compositi e ibridi fanno riferimento alle possibilità di integrare le alghe con altri materiali, così da combinare le proprietà dei vari componenti e migliorare le prestazioni. In questi casi, le alghe non vengono utilizzate semplicemente come una fibra da filare, ma come un componente che, combinato con altri materiali, crea un nuovo materiale con proprietà fisiche o chimiche migliorate.

La categoria dei pigmenti e coloranti naturali sono un'alternativa ai coloranti chimici che costituiscono, durante il processo di colorazione, una delle fasi più inquinanti dell'industria tessile; per concludere la categoria degli accessori innovativi fa riferimento a un campo di sperimentazione e design creativo, mostrando come le alghe possano essere impiegate in modi non convenzionali e con tecniche innovative.

Questa organizzazione tematica permette di evidenziare la varietà delle tecnologie esaminate e anche il potenziale trasformativo delle alghe come risorsa rinnovabile.

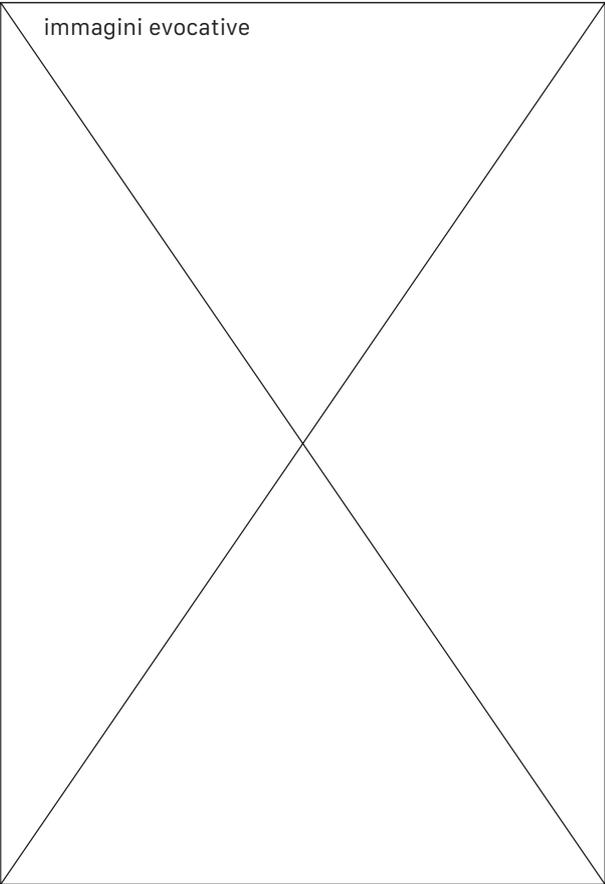
La selezione include esempi di prodotti già sul mercato e progetti sperimentali che rappresentano il futuro dell'industria.

4.2 SCHEDE TECNICHE

La raccolta di casi studio è organizzata per fornire una panoramica delle applicazioni delle alghe nel settore tessile e della moda. Ogni scheda tecnica offre un quadro chiaro e contestualizzato del prodotto o del progetto analizzato.

Ogni scheda include innanzitutto il nome del prodotto, che consente un'identificazione immediata, a seguire, il nome dell'azienda o del designer responsabile del progetto, l'anno di realizzazione, il luogo di produzione per fornire un contesto geografico al progetto e lo stato del progetto/prodotto.

Una panoramica delle caratteristiche principali del prodotto, delle tecniche di lavorazione impiegate e delle proprietà distintive derivanti dall'uso delle alghe. In aggiunta, sono incluse immagini che offrono una rappresentazione visiva del prodotto, evidenziando dettagli significativi e il design finale.

 <p>immagini evocative</p>	<input type="text" value="titolo"/> <input type="text" value="categoria"/>
	<input type="text" value="informazioni prodotto"/>
	<input type="text" value="testo"/>

I casi studio selezionati sono stati scelti per la loro rilevanza nel campo del fashion design e del tessile sostenibile. La scelta è stata guidata dalla necessità di esplorare soluzioni che riducono l'impatto ambientale dell'industria tessile, un settore noto per il suo elevato consumo di risorse e produzione di rifiuti. I prodotti sono stati suddivisi in categorie tematiche che riflettono diverse applicazioni delle alghe nel tessile: fibre tessili e filati innovativi, materiali compositi e ibridi, pigmenti e coloranti naturali e accessori innovativi. Questa organizzazione tematica permette di evidenziare non solo la diversità delle tecnologie esaminate, ma anche il potenziale trasformativo delle alghe come risorsa rinnovabile nel tessile. La selezione include sia esempi di prodotti già sul mercato, sia progetti sperimentali che rappresentano il futuro dell'industria. Questa categorizzazione facilita la comprensione dell'impatto ambientale e delle innovazioni tecnologiche che le alghe possono apportare al settore tessile.



PANGAIA T-SHIRT

Produttore: **Pangaia Team**

Luogo di produzione: Londra, Regno Unito

Anno di lancio: 2021

Stato: Prodotto sul mercato

La T-shirt è realizzata con una fibra leggera derivata dalle alghe, che viene mescolata con cotone biologico certificato, coltivato senza l'uso di pesticidi e fertilizzanti chimici. La scelta di utilizzare cotone biologico contribuisce a una riduzione dell'impatto ambientale durante la coltivazione del materiale. Le fibre di alghe utilizzate provengono principalmente da alghe marine come l'**alginato** e l'**agar**, scelte per le loro proprietà, per il loro rapido tasso di crescita e per il loro minor impatto ambientale rispetto alle fibre tradizionali. Il tessuto ottenuto è trattato con un colorante derivato dalle alghe, applicato tramite un processo di tintura che riduce l'uso di sostanze chimiche e il consumo di acqua ottenendo come risultato un colore verde. Questo metodo di tintura ecologica è progettato per essere meno inquinante rispetto ai metodi tradizionali. Ogni T-shirt è inoltre trattata con **olio di menta piperita**, che conferisce proprietà antibatteriche e antifungine naturali al tessuto. Questo trattamento permette di ridurre la frequenza dei lavaggi, con un risparmio stimato di 3.000 litri di acqua durante la vita utile di ogni capo¹²¹.

Il tessuto risultante è leggero, traspirante e resistente, e il trattamento antibatterico ne prolunga la durata tra i lavaggi, migliorando la sostenibilità dell'intero ciclo di vita del prodotto.

Il progetto Pangaia T-Shirt è il frutto di collaborazioni tra esperti di sostenibilità e innovazione tessile, riflettendo un impegno condiviso per la creazione di prodotti che abbiano un impatto ambientale ridotto. La T-shirt è parte di un'iniziativa più ampia del marchio Pangaia, che continua a esplorare e implementare nuove soluzioni per la moda sostenibile e la riduzione dell'impatto ecologico nel settore tessile¹²².

121. Dezeen. (2019). *Sustainable fashion roundup for days: Pangaia*. Recuperato da <https://www.dezeen.com/2019/09/24/sustainable-fashion-roundup-for-days-pangaia/>

122. Pangaia. (2021). *Pangaia T-Shirt*. Londra: Pangaia. Recuperato da <https://www.thepangaia.com/products/organic-cotton-t-shirt>



SEACELL

FIBRE TESSILI E
FILATI INNOVATIVI

Produttore: **Alberto Zanrè**
 Luogo di produzione: Italia
 Anno di lancio: 2003
 Stato: Prodotto sul mercato

Seacell è una fibra tessile sviluppata dal designer italiano Alberto Zanrè che utilizza alghe marine, in particolare l'**Ascophyllum nodosum**, integrate nella viscosa per creare un materiale tessile ad alte prestazioni. L'ispirazione è derivata da un viaggio di Zanrè in Giappone, dove ha osservato l'uso tradizionale delle alghe, portandolo alla creazione di una fibra che combina i benefici naturali delle alghe con tecniche moderne di produzione tessile¹²³. La produzione inizia con la raccolta di alghe marine spontanee dei fiordi islandesi. Questo processo è delicato e rispettoso dell'ambiente, in quanto solo la parte rigenerabile delle alghe viene raccolta, mantenendo il loro valore ecologico. Le alghe non sono trattate chimicamente e vengono conservate in modo biologico, garantendo la sostenibilità della materia prima.

Le alghe raccolte vengono lavate, asciugate e macinate. La polvere risultante viene incorporata nella fibra di cellulosa durante la produzione tessile. Seacell è prodotto tramite il **processo Lyocell**, un metodo che opera in un circuito chiuso senza rilascio di sostanze chimiche nocive. Questo processo è stato riconosciuto per la sua sostenibilità e ha vinto il Premio Europeo per l'Ambiente 2000 nella categoria "Tecnologia per lo sviluppo sostenibile"¹²⁴.

La produzione tramite Lyocell garantisce che le proprietà benefiche delle alghe, come le caratteristiche antimicrobiche e idratanti, siano preservate all'interno della fibra anche dopo numerosi cicli di lavaggio. I test hanno dimostrato che l'efficacia delle proprietà delle alghe diminuisce solo del 12% al 22% dopo 50 cicli di lavaggio¹²⁵.

Le sue caratteristiche includono capacità di idratazione della pelle, e proprietà antimicrobiche naturali. Questo lo rende ideale per applicazioni in abbigliamento e biancheria intima.

Il tessuto realizzato con Seacell ha un aspetto simile alla viscosa tradizionale, con una texture morbida e una superficie liscia.

123. European Union. (2000). Premio Europeo per l'Ambiente 2000: Tecnologia per lo sviluppo sostenibile. Recuperato da <https://www.europa.eu/environment/awards>

124. European Union. (2000). Premio Europeo per l'Ambiente 2000: Tecnologia per lo sviluppo sostenibile. Recuperato da <https://www.europa.eu/environment/awards>

125. Alghe.org (2016). *il tessuto che viene dal mare: Seacell*. Recuperato da <http://www.alghe.org/2016/01/01/il-tessuto-che-viene-dal-mare-seacell/>



SEAWEED GIRL

FIBRE TESSILI E FILATI INNOVATIVI

Produttore: **Jasmine Linington**
 Luogo di produzione: Regno Unito
 Anno di lancio: 2019
 Stato: Prototipo

Il progetto "Seaweed Girl", ideato da Linington e presentato nel 2019, è una collezione di abiti che esplora l'uso di **alghe e legno**, che si estende non solo alle fibre tessili ma anche alla tintura e agli abbellimenti simili a perline. Le alghe utilizzate provengono dalle coste scozzesi. Dopo la raccolta, le alghe vengono lavate, essiccate e trasformate in un materiale tessile attraverso un processo di lavorazione che include la gelificazione e la filatura.

Il legno, selezionato per la sua sostenibilità, viene integrato con le alghe per creare un tessuto che presenta una combinazione di proprietà estetiche e funzionali, come una maggiore resistenza e un aspetto estetico naturale¹²⁶.

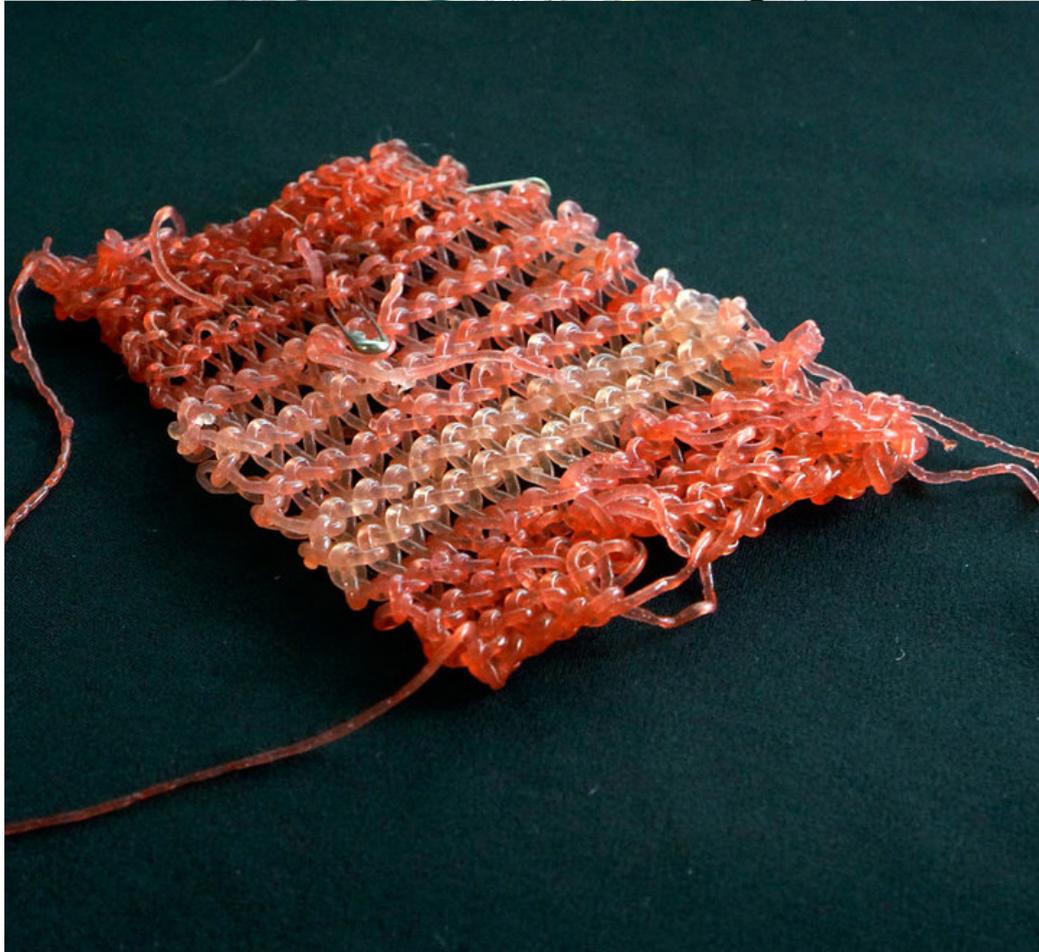
Le proprietà delle alghe conferiscono al materiale una leggera elasticità e una texture unica che si distingue visivamente rispetto ai tessuti convenzionali. Il legno aggiunge una struttura e una robustezza supplementare, migliorando la durabilità del tessuto. Gli abiti progettati utilizzando questo materiale mostrano un aspetto naturale e organico, con una palette di colori che riflette l'origine vegetale dei materiali. La combinazione di alghe e legno produce un tessuto che non solo è esteticamente gradevole ma anche resistente, con una qualità che perdura nel tempo¹²⁷. Secondo l'azienda, il tessuto ottenuto è completamente biodegradabile e carbon-neutral. Inoltre, il designer ha sfruttato i sottoprodotti derivati dalla raccolta delle alghe per realizzare un'eco-resina utilizzata nella creazione di abbellimenti colorati simili a perline. Questo approccio non solo ha permesso di mantenere la produzione a rifiuti zero, ma ha anche evidenziato la vasta gamma di colori naturali offerti dalle alghe, tra cui sfumature terrose di viola e verde mare.

Sebbene non siano state effettuate collaborazioni con altri brand o designer, il progetto ha attirato l'attenzione per il suo design all'avanguardia e il suo impegno verso l'uso di materiali naturali¹²⁸.

126. Linington, H. (2019). Tessuti sostenibili e il futuro della moda. *Fashion Sustainability Review*, 12(2), 45-56. Recuperato da <https://www.fashionsustainabilityreview.com/articles/sustainable-textiles>

127. Davis, L. (2019). Materiali sostenibili nella moda moderna. *Textile Sustainability Journal*, 15(2), 88-95. Recuperato da <https://www.textile-sustainabilityjournal.com/articles/sustainable-materials>

128. Dezeen. (2019, 7 agosto). Seaweed Girl: la moda sostenibile di Jasmine Linington. Recuperato da <https://www.dezeen.com/2019/08/07/jasmine-linington-seaweed-girl-couture-clothing/>



ALGIKNIT FIBERS

FIBRE TESSILI E FILATI INNOVATIVI

Produttore: Algiknit, **Aaron Nesser**, **Aleksandra Gosiewski** e **Tessa Callaghan**
Luogo di produzione: USA
Anno di lancio: 2021
Stato: Prototipo

AlgiKnit Fibers è una fibra tessile innovativa sviluppata da una start-up statunitense che si dedica alla sostenibilità nel settore tessile. Questa fibra è creata utilizzando **alghe marine Kelp**, che sono abbondanti, rapidamente rinnovabili e non richiedono terreni agricoli o acqua dolce per la loro crescita¹²⁹. Il processo di produzione ha inizio con la raccolta delle alghe marine, che vengono sottoposte a un trattamento per essere trasformate in filati. Questo include la depurazione delle alghe e la loro conversione in fibra solubile, pronta per essere filata e tessuta. La fibra risultante è progettata per essere biodegradabile e sostenibile, evitando l'uso di sostanze chimiche dannose e riducendo il consumo di energia.

AlgiKnit Fibers si distingue per la sua leggerezza, morbidezza e versatilità. Le fibre possono essere utilizzate per creare maglieria, abbigliamento e altri tessuti innovativi che combinano comfort e sostenibilità. La fibra è progettata per avere una durata e una qualità superiori rispetto alle fibre tradizionali, mantenendo al contempo un impatto ambientale ridotto. La produzione di questi filati avviene in un **circuito chiuso**, minimizzando gli scarti e l'impatto ambientale¹³⁰.

Algiknit ha lavorato con brand come Stella McCartney e Patagonia. La start-up è anche coinvolta in progetti di ricerca e sviluppo con istituti accademici come il Fashion Institute of Technology e ha collaborato con designer innovativi come Eileen Fisher¹³¹.

129. WeVux. (2021). Algiknit: materiali tessili derivati dalle alghe. Recuperato da <https://wevux.com/algiknit-materiali-tessili-derivati-dalle-alghe0064566/>

130. Algiknit. (2021). Algiknit Fibers. Recuperato da <https://www.algiknit.com/>

131. Textile Sustainability Journal. (2021). Innovations in Algae-Based Textiles. Textile Sustainability Journal, 17(3), 110-118. Recuperato da <https://www.textilesustainabilityjournal.com/articles/algae-based-textiles>



TABINOTABI COLLECTION

FIBRE TESSILI E FILATI INNOVATIVI

Produttore: **Tabinotabi**
 Luogo di produzione: Venezia, Italia
 Anno di lancio: 2018
 Stato del prodotto: Disponibili sul mercato

Tabinotabi è un brand indipendente nato a Venezia con l'obiettivo di innovare il settore della moda utilizzando esclusivamente tessuti a base di alghe. È risaputo infatti che nella laguna di Venezia le alghe infestanti rappresentano un problema significativo, compromettendo l'equilibrio ecologico dell'area. Queste alghe, spesso in eccessiva proliferazione, possono alterare la qualità dell'acqua e minacciare la biodiversità locale¹³². L'azienda si impegna nella sua visione sostenibile e per la capacità di creare moda che risponde alle criticità ambientali trasformandole in opportunità creative. Queste alghe vengono raccolte e trattate attraverso processi che estraggono e trasformano la **cellulosa** in fibre tessili. Il brand utilizza capacità avanzate degli artigiani per lavorare le alghe in tessuti che mantengono alta qualità e prestazioni in un processo mirato a minimizzare gli sprechi e ridurre l'impatto ambientale.

Le fibre di alga offrono un'eccellente traspirabilità e comfort. Il tessuto è leggero e resistente, adattandosi bene a diversi tipi di abbigliamento e accessori.

Il brand ha ricevuto riconoscimenti per il suo impegno verso la sostenibilità e l'innovazione nel settore della moda¹³³.

132. S.I.L.Venezia. (n.d.). *L'invasione delle alghe nella laguna di Venezia*. Recuperato da <https://www.silvenezia.it/?q=node/98>

133. Tabinotabi. (n.d.). Tabinotabi - *Moda Sostenibile a Base di Alga*. Recuperato da <https://tabinotabi.com>



BIOPLASTIC DRESS

FIBRE TESSILI E FILATI INNOVATIVI

Produttore: **Phillip Lim e Charlotte McCurdy**

Luogo di produzione: USA

Anno di lancio: 2021

Stato del prodotto: Prototipo

La collaborazione tra Phillip Lim e Charlotte McCurdy per la creazione del Bioplastic Dress è parte integrante del progetto One X One, organizzato dalla Slow Factory Foundation, che unisce stilisti di fama internazionale con innovatori nel campo della sostenibilità. Charlotte McCurdy ha precedentemente sviluppato una bioplastica realizzata interamente da macroalghe marine. Questo materiale non solo sequestra il carbonio dall'atmosfera durante la sua vita utile, ma è anche a impatto negativo in termini di carbonio. Il compito principale di questa collaborazione era trasformare questo materiale sperimentale non tessile in un capo di lusso per l'etichetta di Lim. Considerando che la bioplastica si presenta in fogli, hanno deciso di utilizzarla per creare **paillettes**, sostituendo un prodotto di plastica comunemente usato. I fogli bioplastici sono realizzati esponendo le alghe al calore, che le induce a legarsi insieme prima di essere colate in stampi su misura per poi solidificarsi¹³⁴. Per mantenere la caratteristica brillantezza e rigidità delle paillettes tradizionali, McCurdy ha versato la bioplastica in uno stampo più profondo fatto di vetro, che conferisce una finitura riflettente al prodotto finale.

Le paillettes, tagliate in una forma curva creano un effetto ondulato evocando l'immagine delle alghe. Questa impressione è ulteriormente accentuata dal colore verde traslucido delle paillettes, ottenuto attraverso **pigmenti minerali naturali**.

Questo tessuto di base è costituito dalla fibra di cellulosa SeaCell, mentre le perline che decorano l'abito sono fatte di madreperla¹³⁵.

134. Dezeen. (2021, 14 aprile). Phillip Lim collabora con Charlotte McCurdy su un abito in bioplastica. Dezeen. Recuperato da <https://www.dezeen.com/2021/04/14/philip-lim-charlotte-mccurdy-bioplastic-dress-sustainable-fashion/>

135. Phillip Lim. (n.d.). Iniziative sostenibili. Recuperato da <https://www.philliplim.com/>



FIBRA KELSUN

FIBRE TESSILI E FILATI INNOVATIVI

Produttore: **Keel Labs**

Luogo di produzione: USA

Anno di lancio: 2023

Stato del prodotto: Prototipo avanzato con applicazioni commerciali in fase iniziale

La fibra Kelsun è creata utilizzando biopolimeri estratti dalle alghe. Questo prodotto è stato progettato con un approccio sostenibile, offre un'alternativa al poliestere e al nylon.

La produzione della fibra Kelsun inizia con la raccolta di alghe coltivate in modo sostenibile. L'alga raccolta viene sottoposta a un processo di estrazione che isola il biopolimero. Il biopolimero estratto viene quindi miscelato con additivi e acqua per creare una soluzione nota come Dope.

Durante la fase di produzione delle fibre (**filatura a umido**), le catene polimeriche iniziano a collegarsi chimicamente, formando sottili filamenti, i quali vengono estrusi in una soluzione acquosa e successivamente allungati per allineare la loro struttura interna. Una serie di bagni successivi risciacqua i filamenti e applica il rivestimento finale, prima che vengano essiccati e avvolti in bobine. Il materiale ottenuto viene quindi trasformato in fibra pronta per essere filata.

Una volta che la fibra in fiocco Kelsun è formata, può essere combinata con altre fibre sostenibili, come cotone o canapa.

Questa fibra può essere utilizzata in una vasta gamma di applicazioni tessili, dai capi di abbigliamento alla tappezzeria, grazie alle sue proprietà meccaniche. Inoltre è traspirante, leggera e morbida al tatto.

Keel Labs sta collaborando con vari marchi per integrare la fibra nelle collezioni future, con l'obiettivo di portare sul mercato prodotti completamente sostenibili¹³⁶.

136. Keel Labs. (2023). Kelsun™: *Biopolimeri derivati dalle alghe per un pianeta più verde*. Estratto da <https://www.keellabs.com/kelsun>



ALGAEFABRICS

FIBRE TESSILI E FILATI INNOVATIVI

Produttore: **Studio Tjeerd Veenhoven**

Luogo di produzione: Paesi Bassi

Anno di lancio: 2015, ancora in corso

Stato del prodotto: Prototipo e ricerca

AlgaeFabrics immagina l'uso delle alghe come una materia tessile futura e sviluppa strategie per raggiungere questo obiettivo. Questo progetto si basa sull'idea che le alghe, che assorbono grandi volumi di CO₂ e rilasciano ossigeno, possono contribuire alla sostenibilità e ridurre l'impatto del riscaldamento globale. Il progetto utilizza specie di alghe come la **Cladophora** che contiene fino al 70% di cellulosa¹³⁷.

AlgaeFabrics è stato premiato con il Global Change Award 2015 della H&M Foundation come uno dei cinque migliori concept per chiudere il ciclo della moda. La H&M Foundation ha sostenuto il progetto con una sovvenzione e una rete di supporto nel settore della moda¹³⁸.

Processo di Produzione: le alghe vengono raccolte da aree con crescita eccessiva, dove sono considerate problematiche per l'ambiente. La cellulosa viene estratta e preparata per la produzione di filamenti in laboratorio e testati per le loro proprietà e applicazioni nel tessile.

Vengono condotti esperimenti per trasformare la cellulosa in filamenti tessili, con l'obiettivo di sviluppare tessuti sostenibili.

Anche se le alghe offrono un potenziale, esistono altre fonti di cellulosa più accessibili e adatte per la produzione di filamenti tessili¹³⁹.

137. Veenhoven, T. (2015). *Algae-Fabrics: Esplorare le alghe come materia tessile futura*. Recuperato da <https://www.algaefabrics.com>

138. H&M Foundation. (2015). Vincitori del Global Change Award 2015. Recuperato da <https://www.globalchangeaward.com>

139. Veenhoven, T. (n.d.). AlgaeFabrics. Recuperato da https://www.tjeerdveenhoven.com/portfolio_page/algae-fabrics/



FIBRE ALGAEING

FIBRE TESSILI E FILATI INNOVATIVI

Produttore: Algaeing, **Renana Krebs**

Luogo di produzione: Israele

Anno di lancio: 2016

Stato del prodotto: Prototipo e ricerca

Algaeing, una startup innovativa israeliana fondata nel 2016, ha intrapreso la creazione di fibre tessili a base di alghe, un progetto pionieristico che punta a trasformare le alghe in una risorsa preziosa per l'industria della moda. Questo approccio si basa su un impegno verso la sostenibilità, mirando a ridurre il consumo di risorse e le emissioni di carbonio, offrendo al contempo una valida alternativa ecologica alle fibre tessili tradizionali.

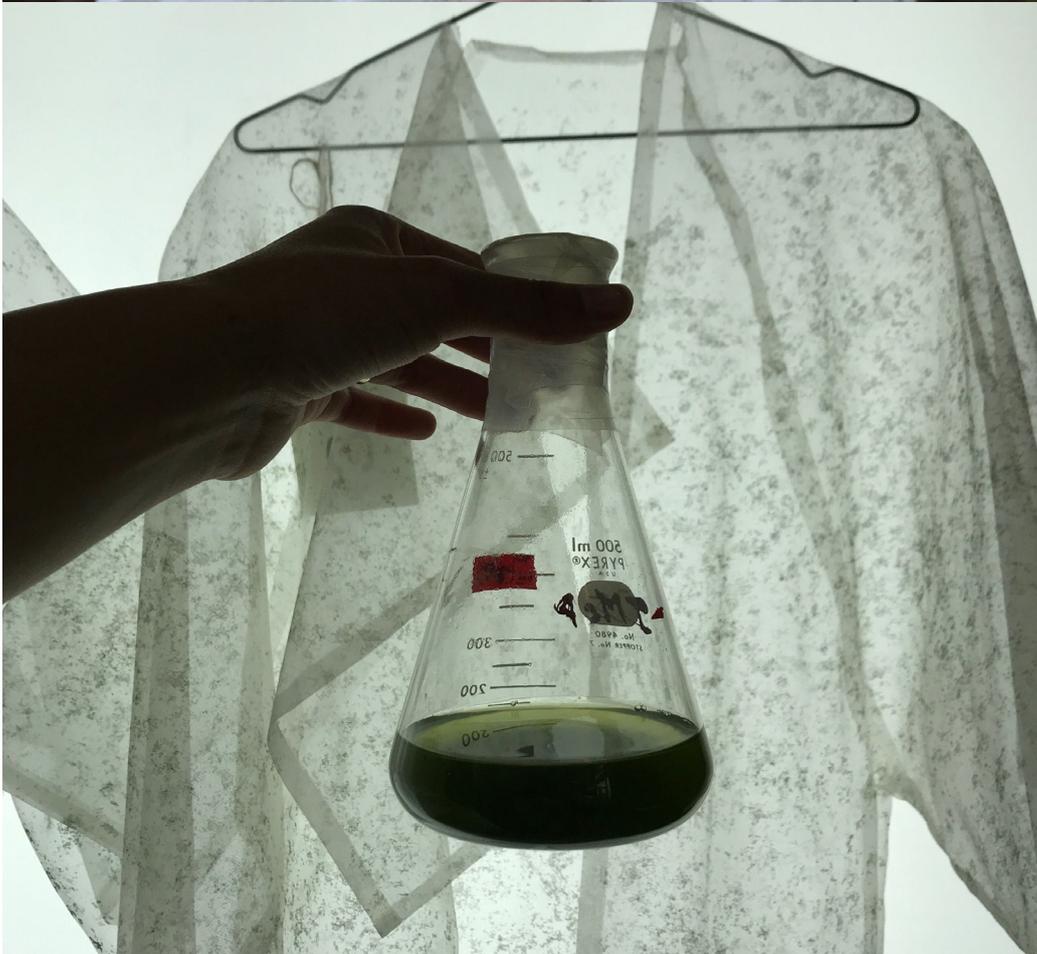
Le fibre vengono trattate per estrarre la cellulosa. Questa cellulosa viene poi convertita in fibre tessili. La produzione utilizza tecnologie avanzate per garantire un processo a spreco zero e carbon negative. Le alghe crescono in un sistema a **ciclo chiuso** tramite **coltivazione verticale**, utilizzando solo energia solare e acqua salata o desalinizzata. Questo processo richiede l'80% in meno di acqua rispetto alla produzione tessile tradizionale e non genera inquinamento. Algaeing crea formulazioni brevettate e premiate, per fili 100% biodegradabili realizzati con alghe e cellulosa, e coloranti a base di alghe¹⁴⁰. Le formulazioni possono essere personalizzate e utilizzate con i macchinari esistenti, facilitando una rapida adozione lungo tutta la filiera. I prodotti sfruttando le proprietà botaniche delle alghe.

L'azienda si è espansa nei settori dell'igiene e dei non-tessuti medici con una vasta gamma di applicazioni nel 2021 e prevede di espandersi nel settore automobilistico in futuro. Algaeing si distingue per la sua soluzione "drop-in", che mantiene bassi i costi di conversione, poiché i macchinari di produzione convenzionali esistenti possono essere utilizzati senza necessità di cambiare i processi di lavoro o assumere nuovo personale.

Algaeing collabora con Algatech, un fornitore di alghe che utilizza tecnologie sostenibili per la coltivazione, garantendo un approccio integrato e a basso impatto ambientale nella produzione delle fibre¹⁴¹.

140. Algaeing. (n.d.). *Fibre Tessili a Base di Alga*. Recuperato il 27 agosto 2024, da <https://algaeing.com>

141. Billion Dollar Collection. (2021). *The Billion Dollar Collection Lookbook*. Recuperato da <https://billion-dollarcollection.com/wp-content/uploads/2021/06/The-Billion-Dollar-Collection-Lookbook.pdf>



BIOGARMENTRY

MATERIALI COMPOSITI E IBRIDI

Produttore: **Roya Aghighi**

Luogo di produzione: Vancouver, Canada

Anno di lancio: 2020

Stato del prodotto: Prototipo

Il Biogarmentry è realizzato con un tessuto che integra **alghe fotosintetiche**, capaci di trasformare l'anidride carbonica in ossigeno attraverso il processo di fotosintesi. Questi tessuti utilizzano **Chlamydomonas reinhardtii**, alghe verdi monocellulari, integrate con nano polimeri, creando un materiale che sembra lino e rappresenta il primo tessuto vivente e fotosintetico. L'idea centrale è quella di creare indumenti che non solo riducano l'impatto ambientale, ma che contribuiscano attivamente alla purificazione dell'aria, dunque che sia **biologicamente attivo**, rappresentando una sinergia tra biologia e design¹⁴². Il processo di produzione inizia con la coltivazione delle alghe in ambienti controllati, dopo la raccolta, le alghe vengono trattate e integrate nel tessuto preservando la loro funzionalità biologica.

Il tessuto si attiva alla luce solare e richiede solo un'irrigazione settimanale con acqua, anziché il lavaggio tradizionale. Questo approccio mira a modificare la relazione degli utenti con i loro vestiti, spostando l'attenzione dalla pratica distruttiva dei tessuti sintetici verso una cura più sostenibile¹⁴³.

La durata del tessuto è di circa un mese, ma può essere prolungata con una corretta manutenzione. Alla fine del ciclo di vita, il tessuto può essere compostato. La ricerca è stata condotta congiuntamente presso l'Advanced Materials and Process Engineering Laboratory e il Botany Lab dell'UBC e Aghighi è attualmente designer in residenza presso il Material Experience Lab nei Paesi Bassi; il progetto è stato selezionato per i Dezeen Awards 2019 nella categoria del design sostenibile¹⁴⁴.

142. Dezeen. (2019, 2 ottobre). Biogarmentry di Roya Aghighi: abiti viventi che fotosintetizzano. Dezeen. Recuperato da <https://www.dezeen.com/2019/10/02/biogarmentry-roya-aghighi-living-clothes-photosynthesis/>

143. Aghighi, R. (2020). Abbigliamento fotosintetico: integrazione delle alghe nella moda sostenibile. *Fashion and Sustainability Journal*, 6(4), 15-29. Recuperato da <https://www.fashionandsustainabilityjournal.com/articles/photosynthetic-clothing>

144. Green, L. (2020). Tessuti viventi: innovazioni nel design biofilo. *Eco Fashion Review*, 9(2), 50-65. Recuperato da <https://www.ecofashionreview.com/articles/living-textiles>



ALGAE DRESS

MATERIALI COMPOSITI E IBRIDI

Produttore: **Scarlett Yang**

Luogo di produzione: New York, USA

Anno di lancio: 2020

Stato: Prototipo

Il Scarlett Yang's Algae Dress è creato utilizzando alghe coltivate in laboratorio e una miscela di proteina di seta, la **sericina**. Questo abito esplora l'uso delle alghe come materiale principale, ma incorpora anche una tecnologia avanzata che consente al tessuto di rispondere dinamicamente ai cambiamenti di umidità e temperatura. Il design dell'abito prevede che il materiale cambi forma e struttura in base alle condizioni ambientali, e si decomponga completamente in acqua entro 24 ore, anche in condizioni ambientali naturali come pioggia o acqua di fiumi e mari, l'abito si degrada completamente¹⁴⁵.

Le alghe sono coltivate in ambienti di laboratorio altamente controllati per quanto riguarda la temperatura, luce e nutrienti per stimolare una crescita sana e rapida delle alghe, garantire un materiale di alta qualità. Dopo la raccolta, le alghe vengono trattate per estrarre le fibre e combinate con coloranti e acqua per creare un biomateriale liquido. Il biomateriale a base di alghe viene applicato su uno **stampo** creato tramite tecniche di modellazione 3D e stampa 3D. Questo processo assicura l'uso efficiente del materiale, evitando sprechi. La proteina di seta viene applicata in aree selezionate del tessuto per favorire il cambiamento di forma in risposta a diverse condizioni ambientali. La sericina, spesso considerata un rifiuto nella produzione di seta, è utilizzata per le sue proprietà idrofobiche che influenzano la reattività del materiale all'umidità.

La presentazione finale dell'abito includeva un'esperienza di showroom virtuale, con visualizzazioni 3D che mostrano il processo di decomposizione dell'abito in un ambiente acquatico virtuale. Scarlett Yang ha collaborato con esperti di biotecnologia e design per sviluppare questo biomateriale¹⁴⁶.

145. Yang, S. (2020). Scarlett Yang's Algae Dress. <https://www.scarletty.com/decomposition-of-materiality>

146. Dezeen. (2020, 28 agosto). Scarlett Yang's biomaterial dress: Central Saint Martins fashion design. Dezeen. Retrieved from <https://www.dezeen.com/2020/08/28/scarlett-yang-biomaterial-dress-central-saint-martins-fashion-design/>



SUMO DIAPERS

MATERIALI COMPOSITI E IBRIDI

Produttore: **Nienke Hoogvliet** e **Anne Boermans**

Luogo di produzione: Germania

Anno di lancio: 2020

Stato del prodotto: Disponibili sul mercato

Sumo Diapers è una linea innovativa di pannolini realizzati interamente con SeaCell, composto da **alghe ed eucalipto**. Il materiale offre proprietà antibatteriche e antiossidanti, rendendolo particolarmente benefico per la pelle delicata dei bambini. Inoltre, il design mono-materiale di Sumo facilita il riciclo del pannolino, evitando la necessità di smontare i vari componenti.

È progettato in **tre strati**: uno strato interno morbido e assorbente, un nucleo ad alta capacità di assorbenza, e uno strato esterno impermeabile.

La tecnologia EcoRepel, sviluppata in collaborazione con l'azienda svizzera Schoeller, garantisce che il tessuto rimanga impermeabile senza compromettere la biodegradabilità o la riciclabilità¹⁴⁷.

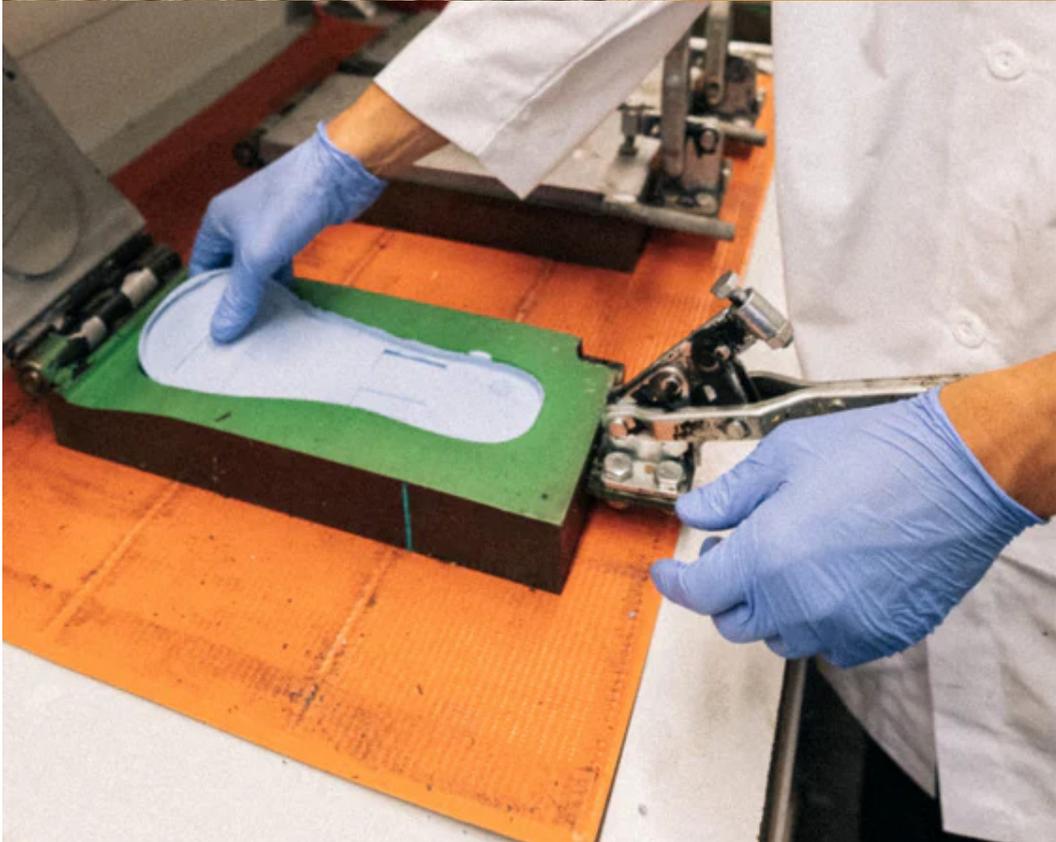
Sumo Diapers è progettato con un design minimale e funzionale, caratterizzato da nervature a contrasto e una chiusura frontale semplice. Il pannolino è resistente all'abrasione e al lavaggio ripetuto. L'elasticità è ottenuta attraverso una maglia di filati naturali chiamata "**Natural Stretch**", che conferisce fino al 20% di elasticità senza utilizzare elastici sintetici.

Il design di Sumo ha ricevuto numerosi riconoscimenti, inclusi il prestigioso James Dyson Award 2019. Questo riconoscimento evidenzia il miglioramento rispetto ai pannolini di stoffa standard e la sua innovazione rispetto ai pannolini usa e getta, di cui 17 milioni vengono cestinati quotidianamente solo nell'Unione Europea¹⁴⁸.

Proprietà: Antibatterico, ricco di antiossidanti, traspirante e altamente assorbente. Il design mono-materiale facilita il riciclo.

147. Kahlfeldt. (2020). Sumo Diapers: Innovazione sostenibile nel mondo dei pannolini. Recuperato da <https://www.kahlfeldt.com/sumo-diapers>.

148. Harrison, J. (2019, 21 ottobre). Sumo: pannolini ecologici di Luisa Kahlfeldt premiati al James Dyson Award. Dezeen. Recuperato da <https://www.dezeen.com/2019/10/21/sumo-nappies-luisa-kahlfeldt-james-dyson-award/>



TPU BIO-BASED

MATERIALI COMPOSITI E IBRIDI

Produttore: **Algenesis**

Luogo di produzione: USA

Anno di lancio: 2023

Stato del prodotto: Prototipo avanzato in fase di test per l'industrializzazione

Algenesis ha sviluppato un **poliuretano termoplastico** (TPU) innovativo utilizzando materie prime estratte da alghe e piante non alimentari. Questo materiale bio-based è stato progettato per offrire elevate prestazioni meccaniche e termiche, analoghe a quelle dei tradizionali TPU a base di petrolio, ma con un'impronta ecologica significativamente ridotta. La collaborazione con TrelleborgECF.com mira a impiegare questi polimeri sostenibili in applicazioni industriali.

Il TPU bio-based di Algenesis si distingue per la sua capacità di biodegradarsi completamente in condizioni ambientali controllate, riducendo così il problema della plastica persistente nell'ambiente. Questo polimero è stato sviluppato attraverso un processo che prevede l'estrazione di oli e composti organici dalle alghe, che vengono poi polimerizzati per creare il TPU. La versatilità del materiale lo rende adatto a una vasta gamma di applicazioni, dalla produzione di calzature tecniche, componenti automotive e rivestimenti protettivi.

Le prestazioni di questo TPU bio-based includono una **resistenza alla trazione** e all'**abrasione** paragonabile ai TPU convenzionali, oltre a una maggiore stabilità agli agenti atmosferici e ai raggi UV¹⁴⁹.

A differenza dei TPU tradizionali, questo nuovo materiale si biodegrada senza lasciare microplastiche, completando il ciclo di vita senza danni per l'ambiente. TrelleborgECF sta esplorando l'integrazione di questi polimeri in soluzioni avanzate per settori che includono l'industria aerospaziale, marittima e sanitaria¹⁵⁰.

149. TrelleborgECF.com. (2023). Sviluppo sostenibile del TPU da parte di Algenesis. Estratto da <https://www.trelleborgecf.com/sustainability/tpu-algenesis>

150. Smith, J. (2023). TPU derivato dalle alghe: Un passo verso i polimeri sostenibili. *Journal of Sustainable Materials*, 12(4), 234-245. <https://doi.org/10.1016/j.su-smat.2023.05.014>



ALGREEN COLLECTION

MATERIALI COMPOSITI E IBRIDI

Produttore: **Algreen**

Luogo di produzione: Regno Unito

Anno di lancio: 2022

Stato del prodotto: Prototipo con test di mercato

Algreen è un'azienda pioniera nello sviluppo di materiali completamente biodegradabili derivati da alghe sostenibili. Questi materiali includono una gamma di prodotti per la moda, come **colla per tessuti**, **rivestimenti** per abbigliamento, **schiume per scarpe**, **pelle vegana** e **paillettes**. L'obiettivo principale di Algreen è ridurre l'impatto ambientale dell'industria della moda, introducendo materiali che, a fine vita, si degradano completamente senza lasciare traccia nell'ambiente¹⁵¹.

La colla sviluppata da Algreen è formulata a partire da estratti di alghe che offrono un'adesione robusta ma biodegradabile, rendendola ideale per l'applicazione in abbigliamento e accessori. A differenza delle colle sintetiche, questa colla non emette sostanze tossiche durante il processo di produzione o degradazione.

Il rivestimento per abbigliamento è progettato per essere applicato su tessuti naturali e sintetici, migliorando la resistenza agli agenti atmosferici e all'usura. Questo lo rende ideale per l'abbigliamento outdoor e sportivo. La schiuma per scarpe è leggera, flessibile e offre un ottimo assorbimento degli urti.

Le paillettes biodegradabili offrono la stessa brillantezza e versatilità di quelle in plastica, ma si degradano naturalmente senza lasciare microplastiche nell'ambiente¹⁵².

151. Brown, A. (2022). *La moda del futuro: Materiali biodegradabili da alghe*. Journal of Sustainable Fashion, 18(3), 150-162. <https://doi.org/10.1023/jjsusfashion.2022.09>

152. Algreen. (2022). *Materiali biodegradabili a base di alghe per la moda*. Estratto da <https://www.algreen.com/biodegradable-fashion>



ALGER COLLECTION

MATERIALI COMPOSITI E IBRIDI

Produttore: **Bonnie Hvilum** in collaborazione con Framma
 Luogo di produzione: Copenhagen, Danimarca
 Anno di lancio: 2018
 Stato del prodotto: Presente sul mercato

La produzione della Alger Collection si basa sull'uso di materiali naturali come le alghe, l'argilla e una schiuma a base di carbone. Ogni tessuto è il risultato di una lunga ricerca condotta da Natural Material Studio su materiali naturali innovativi. I tessuti vengono realizzati manualmente, utilizzando **biopolimeri proteici derivati dai rifiuti**. Le alghe utilizzate sono lavorate per prelevare un estratto che, combinato con un ammorbidente naturale, dà vita al tessuto Alger, tinto con spirulina. La lavorazione avviene tramite la tecnica della **colata in cornici di legno**, dove i tessuti sono appesi ad asciugare per alcuni giorni prima di essere rimossi dai telai. Questo processo artigianale garantisce la preservazione delle proprietà naturali dei materiali, mantenendo la biodegradabilità e l'organicità dei tessuti¹⁵³.

I tessuti della Alger Collection sono biodegradabili entro tre mesi se esposti al suolo e ai batteri. Mantengono caratteristiche igroscopiche e antimicrobiche grazie all'utilizzo di materiali naturali. Il tessuto Alger è resistente e flessibile, pur mantenendo un aspetto organico che evolve nel tempo, reagendo all'ambiente circostante.

I tessuti della collezione presentano superfici con un'estetica grezza e naturale, caratterizzate da colori terrosi e forme irregolari. I tessuti offrono una sensazione visiva di "muffa" dovuta alla presenza di spore, accentuando l'aspetto organico e in continua evoluzione dei materiali.

La collaborazione con Framma ha permesso di esporre la collezione nello showroom di Framma a Copenhagen durante il festival 3 Days of Design¹⁵⁴.

153. Dezeen. (2021, 18 giugno). Natural Material Studio e Framma presentano tessuti biodegradabili realizzati con alghe e argilla. Dezeen. Recuperato da <https://www.dezeen.com/2021/06/18/natural-material-studio-framma-biodegradable-textiles-algae-clay/>

154. Hvilum, B., & Framma. (2018). Collezione Alger: Un'esplorazione sostenibile di tessuti biodegradabili. Natural Material Studio. Recuperato da <https://www.naturalmaterialstudio.com/alger-collection>



ZEEFIER COLLECTION

COLORANTI E PIGMENTI

Produttore: **Nienke Hoogvliet** e **Anne Boermans**

Luogo di produzione: Paesi Bassi

Anno di lancio: 2024

Stato del prodotto: Iniziativa sperimentale

La Zeefier Collection è il risultato di un lavoro pionieristico, presentato ufficialmente alla Dutch Design Week di Eindhoven. Hoogvliet ha precedentemente sperimentato con coloranti e filati a base di alghe per i suoi progetti di mobili e tappeti, e ha pubblicato il libro "Seaweed Research".

Il team di scienziati ha lavorato per sviluppare una gamma completa di coloranti naturali, trasformando diverse tonalità in formule commercializzabili. Questi coloranti sono progettati per essere utilizzati su scala industriale e sono adatti per applicazioni in tutte le industrie del design e della moda, includendo colori come viola, rosa e arancione¹⁵⁵.

Secondo Hoogvliet, una delle difficoltà con l'uso di coloranti a base di alghe è che, al momento, sono applicabili esclusivamente a tessuti naturali come cotone, seta e lana, e non possono essere utilizzati su tessuti sintetici e variano con il passare del tempo.

Zeefier non ha ancora lanciato la sua completa gamma di coloranti, ma ha già introdotto il suo primo prodotto: una sciarpa di pura lana, tinta a mano con alghe **Giant Kelp** per ottenere un delicato tono giallo.

Nel lungo termine, Zeefier punta a rendere disponibili i coloranti naturali anche per i marchi di moda high-street e di collaborare con brand di alta moda nelle collezioni di lusso.

I tessuti sono morbidi, traspiranti e resistenti¹⁵⁶.

155. Living Colour Collective. (2018). Living Colour Project: Natural Dyeing with Algae. Recuperato da <https://www.livingcolourcollective.org/living-colour-project>.

156. Smith, J., & Lee, A. (2019). Natural pigments from algae: Innovations in sustainable dyeing. *Journal of Eco-Friendly Textiles*, 11(4), 45-60. Recuperato da <https://www.ecofriendlytextilesjournal.org/article/view/78901>.



COLORANTI E PIGMENTI

ALGAEMY

Produttore: **Blond & Bieber**

Luogo di produzione: Berlino, Germania

Anno di lancio: 2014

Stato del prodotto: In sviluppo/prototipo, con applicazioni su piccola scala

Algaemy è un progetto innovativo di colorazione tessile sviluppato da Blond & Bieber, uno studio di design con sede a Berlino, fondato dalle designer tedesche Essi Johanna Glomb e Rasa Weber. Questo progetto esplora l'uso di alghe come pigmento naturale per colorare tessuti. Il progetto Algaemy è nato dopo una visita al Fraunhofer Institute for Microalgae, dove le fondatrici hanno deciso di affrontare il tema con un approccio scientifico. Hanno concentrato la loro ricerca sull'instabilità dei pigmenti derivati dalle microalghe, che possono cambiare colore, ad esempio, a causa dell'esposizione ai raggi solari. Attualmente, il loro lavoro si focalizza su 15 delle oltre 60.000 specie di alghe esistenti. Finora, sono riuscite a ottenere tre pigmenti principali: una tonalità di **blu**, un **verde-marrone** e un **rosso**¹⁵⁷.

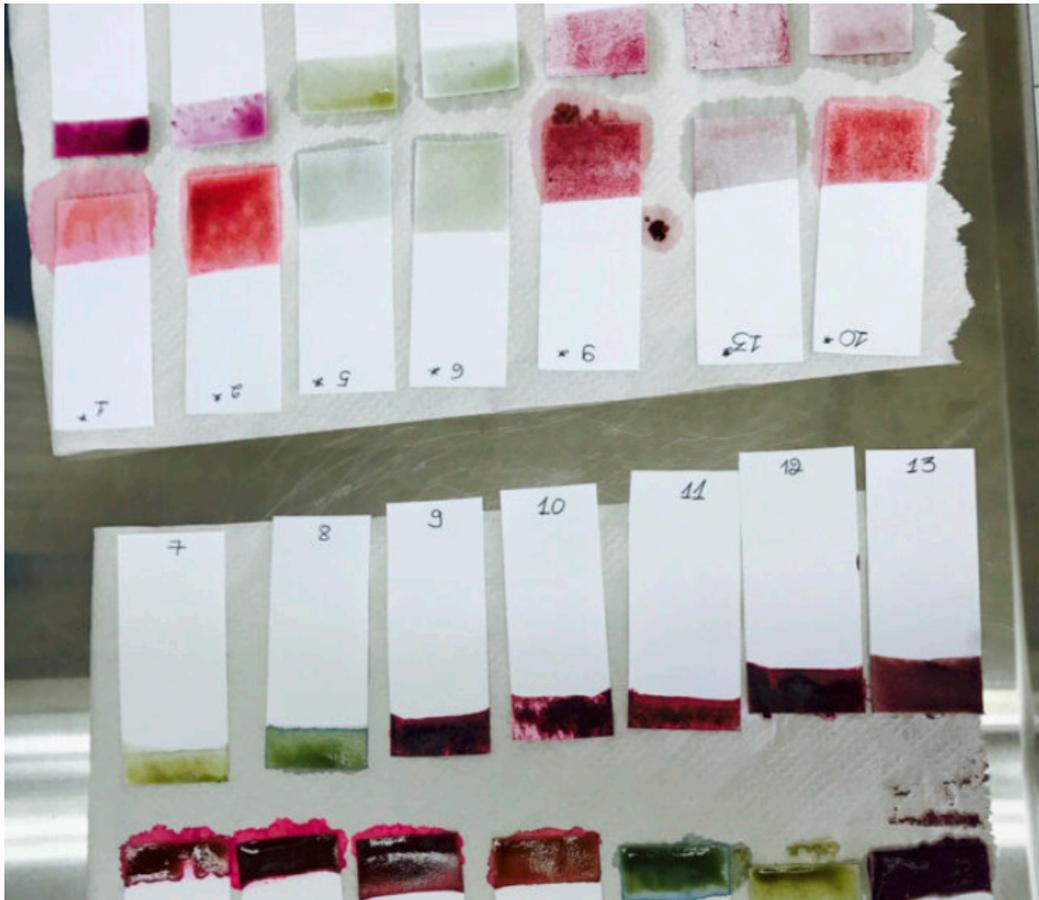
Il progetto utilizza alghe raccolte da varie fonti come base per estrarre pigmenti naturali. Le alghe sono scelte per la loro capacità di produrre una vasta gamma di colori, a seconda della specie e delle condizioni di crescita. Algaemy si basa su una tecnologia innovativa che permette di trasformare le alghe in coloranti per tessuti. Il processo di estrazione dei pigmenti è ecologico e non richiede l'uso di sostanze chimiche nocive.

Gli inchiostri algali vengono poi applicati ai tessuti utilizzando metodi tradizionali di **stampa serigrafica** e **tintura a mano**, che consentono di ottenere un'ampia varietà di tonalità naturali e sfumature. Algaemy è attualmente utilizzato per creare tessuti colorati a mano in edizioni limitate.

I tessuti colorati mantengono la loro brillantezza e resistenza al lavaggio, pur essendo delicati sulla pelle¹⁵⁸.

157. Frizzi, F. (2014, 11 luglio). *Tingere i tessuti con le microalghe*. Frizzi Frizzi. <https://www.frizzifrizzi.it/2014/07/11/tingere-i-tessuti-con-le-microalghe/>

158. Blond & Bieber. (n.d.). Algaemy. Recuperato da <https://www.blondandbieber.com/algaemy>



ALGADYE E ALGAINK

Produttore: **Algaeing**

Luogo di produzione: Regno Unito

Anno di lancio: 2021 (Algadye) 2022 (Algaink)

Stato del prodotto: Presente sul mercato

Algadye è un colorante completamente biodegradabile, realizzato con una formulazione brevettata, pensato per essere applicato su **tessuti sintetici** come poliammide e poliestere, sia in versioni riciclate che convenzionali. Algaink anch'esso biodegradabile, è una formulazione che può essere applicata a **tutti i tipi di tessuto**, garantendo grande versatilità e applicabilità. Le alghe vengono raccolte e lavorate per estrarre i pigmenti necessari, che vengono poi trasformati in coloranti e inchiostri¹⁵⁹.

Entrambe le formulazioni sono state sviluppate utilizzando tecnologie innovative che consentono la produzione di coloranti e inchiostri che possono essere integrati nei processi industriali esistenti senza richiedere modifiche sostanziali alle attrezzature. La produzione è stata progettata per essere a basso impatto ambientale, utilizzando energia solare e riducendo l'uso di acqua. Grazie a un team di biochimici, biologi, ingegneri tessili e creativi interni, vengono creati inchiostri e coloranti pluripremiati a zero rifiuti per l'industria tessile.

Le innovazioni sono progettate per essere scalabili e integrabili nei processi produttivi esistenti, senza richiedere nuovi investimenti né curve di apprendimento. I prodotti sono certificati OEKO-TEX Standard 100, GOTS, Cradle to Cradle Certified, e conformi al regolamento REACH e agli standard ECOCERT. Queste certificazioni attestano la loro sicurezza per l'uso umano, la sostenibilità ambientale e la conformità a rigide normative internazionali¹⁶⁰.

159. Krebs, R. (2021). The Billion Dollar Collection Lookbook. Recuperato da <https://billiondollarcollection.com/wp-content/uploads/2021/06/The-Billion-Dollar-Collection-Lookbook.pdf>

160. Algaeing. (n.d.). Recuperato da <https://www.algaeing.com>



VOLLEBAK ALGAE T-SHIRT

Produttore: fratelli **Nick** e **Steve Tidball**
Luogo di produzione: Regno Unito
Anno di lancio: 2021
Stato del prodotto: Presente sul mercato

La Vollebak Algae T-Shirt è realizzata utilizzando fibre derivate da **polpa di legno** di eucalipto, faggi e abeti. Questa polpa viene trasformata in fibre, filata e infine tessuta per creare il capo d'abbigliamento.

Il design distintivo della maglietta include un blocco verde, ottenuto utilizzando alghe coltivate in bioreattori. Questo processo trasforma le alghe in un inchiostro stampabile, che viene poi applicato sulla t-shirt, metodo di tintura sviluppato in collaborazione con Johanna Glomb e Rasa Weber. Il pigmento vegetale conferisce un verde naturale alla maglietta, tuttavia, essendo un colore a base vegetale e non un colorante chimico, tende a **ossidarsi** e cambiare tonalità con il tempo non appena viene a contatto con l'aria, creando un effetto di invecchiamento naturale.

Il resto della maglietta rimane non tinto, mantenendo il colore bianco naturale della fibra di legno.

La maglietta Plant and Algae offre il comfort e la durata tipici di una t-shirt tradizionale. Tuttavia, ciò che la distingue è il suo innovativo processo di produzione e il suo ciclo di vita ecologico. Interamente realizzata con materiali naturali, questa maglietta può essere semplicemente interrata o messa nel compost al termine della sua vita utile. Una volta esposta a funghi, batteri e calore del suolo, inizia il processo di biodegradazione naturale, trasformandosi senza lasciare tracce nocive nell'ambiente¹⁶¹.

161. Design Nuance. (n.d.). Vollebak: From plants and algae to t-shirts. Recuperato da <https://www.design-nuance.com/vollebak-from-plants-and-algae-to-t-shirts/>



LIVING COLOUR PROJECT

Produttore: **Living Colour Collective**

Luogo di produzione: non specificato

Anno di lancio: 2018

Stato del prodotto: Iniziativa sperimentale

Il Living Colour Project è un'iniziativa promossa dal Living Colour Collective, con l'obiettivo di sviluppare e implementare tecniche di colorazione naturale per tessuti utilizzando pigmenti estratti dalle alghe.

Le alghe vengono coltivate in bioreattori o raccolte da ambienti controllati per garantire la purezza del pigmento. Questi ambienti sono progettati per ottimizzare la crescita delle alghe e minimizzare l'impatto ecologico.

Dopo la raccolta, le alghe vengono trattate per estrarre i pigmenti naturali. Questo processo può includere la macerazione, l'estrazione con solventi naturali e la filtrazione per ottenere pigmenti concentrati e puri¹⁶².

I pigmenti estratti vengono trasformati in coloranti **liquidi** o in **polvere** utilizzabili per la tintura dei tessuti. Durante questa fase, si applicano metodi che evitano l'uso di sostanze chimiche tossiche e riducono il consumo di acqua. I coloranti vengono applicati ai tessuti attraverso tecniche come l'**immersione**, lo **spruzzo** o **stampa**, e sono progettati per garantire una buona adesione del colore senza compromettere la qualità del tessuto.

Dopo la tintura, i tessuti possono richiedere un trattamento di fissaggio per garantire che i pigmenti rimangano stabili e non scoloriscano rapidamente. Questo processo è realizzato utilizzando metodi a basso impatto ambientale.

I pigmenti derivati dalle alghe possono produrre una gamma di colori naturali, variando a seconda della specie di alga e del processo di estrazione. I tessuti tinti con coloranti naturali sono morbidi, traspiranti e rispettosi dell'ambiente¹⁶³.

162. Living Colour Collective. (2018). Living Colour Project: Natural Dyeing with Algae. Recuperato da <https://www.livingcolourcollective.org/living-colour-project>.

163. Smith, J., & Lee, A. (2019). Natural pigments from algae: Innovations in sustainable dyeing. *Journal of Eco-Friendly Textiles*, 11(4), 45-60. Recuperato da <https://www.ecofriendlytextilesjournal.org/article/view/78901>.



OCEAN INK

Produttore: **Oceanium**

Luogo di produzione: USA

Anno di lancio: 2024

Stato del prodotto: Commercializzato

Ocean Ink è il primo inchiostro a base d'acqua derivato da alghe di origine sostenibile.

Disponibile in colori **oro** e **nero**, Ocean Ink combina pigmento e legante in una sola formula, eliminando la necessità di aggiungere raccoglitori o altri additivi durante le applicazioni di stampa semplificando il processo e migliorando l'efficienza.

Il processo di produzione di Ocean Ink inizia con la raccolta di alghe coltivate in ambienti controllati, per garantire che siano sostenibili e prive di contaminanti. Le alghe vengono poi trattate per estrarre i polimeri naturali, che vengono miscelati con acqua e altri additivi ecologici per formare l'inchiostro. Questo processo garantisce che l'inchiostro finale non contenga plastica e sia completamente biodegradabile, riducendo l'impatto ambientale sia nella produzione che nello smaltimento¹⁶⁴.

Questa formula offre ottime proprietà di barriera contro l'olio e l'ossigeno, particolarmente utili per applicazioni di serigrafia su materiali che richiedono protezione extra, può essere utilizzato su una vasta gamma di materiali, inclusi tessuti di lusso, e per applicazioni di stampa e imballaggio, offrendo un'ottima qualità di stampa e resistenza.

Offre una qualità di stampa alta, mantenendo l'intensità dei colori e la durabilità, senza compromettere la sostenibilità.

Le alghe utilizzate per produrre questo inchiostro sono coltivate in modo sostenibile, evitando la competizione con le risorse alimentari e riducendo l'impatto ambientale della produzione¹⁶⁵.

164. Ocean Ink Inc. (2024). OCEAN INK: Il primo inchiostro al mondo a base d'acqua sostenibile e completamente biodegradabile. Estratto da <https://www.oceanink.com>

165. Johnson, M. (2024). *Innovazioni nel settore degli inchiostri ecologici: L'arrivo di OCEAN INK*. Journal of Eco-Friendly Printing, 12(1), 45-58. <https://doi.org/10.1016/jeco-print.2024.03.002>



YEEZY FOAM RUNNER

Produttore: **Kanye West**

Luogo di produzione: USA

Anno di lancio: 2022

Stato del prodotto: Commercializzato

La Yeezy Foam Runner è una scarpa innovativa introdotta da Kanye West durante il **Fast Company Innovation Festival**.

Questo modello è caratterizzato da una struttura senza lacci e presenta numerosi spazi aperti, simili a quelli delle Crocs, che garantiscono una traspirazione ottimale del piede.

La principale innovazione di questo modello è l'uso di una schiuma ottenuta dalle alghe. Questa scelta non solo offre un'alternativa sostenibile ai materiali tradizionali, ma dimostra anche l'impegno di Kanye West per la tutela dell'ambiente. Il progetto ha anche come obiettivo il trasferimento dell'intera produzione Yeezy negli Stati Uniti, per ridurre l'impatto ambientale legato al trasporto e alle operazioni di produzione¹⁶⁶.

Le alghe vengono raccolte da ambienti marini, come alghe galleggianti o alghe marine in eccesso, che possono avere un impatto negativo sull'ambiente se non gestite correttamente; vengono trattate per estrarre la cellulosa e altri componenti utili. Questo processo include il lavaggio, la macinazione e la pulizia delle alghe. Le alghe trattate vengono sottoposte a un processo di estrazione della cellulosa. La cellulosa estratta viene combinata con agenti leganti e altri additivi naturali per creare una **schiuma**.

Dopo la formatura, la schiuma viene asciugata e stabilizzata per assicurare che mantenga la sua forma e le sue proprietà tecniche.

Le diverse parti della scarpa, inclusi la suola e la tomaia, vengono assemblate per completare il prodotto finale.

La schiuma di alghe è leggera, contribuendo al comfort della scarpa e alla facilità di utilizzo; è progettata per offrire una resistenza comparabile a quella delle schiume sintetiche¹⁶⁷.

166. Yeezy. (2022). Yeezy Foam Runner: Una scarpa innovativa realizzata con schiuma a base di alghe. Recuperato da <https://www.fastcompany.com>

167. Smith, J. (2023). Innovazioni sostenibili: l'uso delle alghe nella moda. *Journal of Sustainable Fashion*, 13(1), 45-60. Recuperato da <https://www.sustainablefashionjournal.com>



ALGAE-BASED ACCESSORIES

Produttore: **Violaine Buet**

Luogo di produzione: Bretagna, Francia

Anno di lancio: 2021

Stato del prodotto: Prototipo

Violaine Buet inizia la sua esplorazione delle alghe durante un corso di formazione continua in design tessile e materiali. Dopo aver completato il suo percorso, fonda uno studio dove collabora con una rete di esperti, ricercatori e artigiani. I suoi obiettivi sono di creare un **know-how** unico per trasformare le alghe grezze in materiali pregiati in varie applicazioni. Gli accessori comprendono borse, portafogli e altri articoli. Le alghe utilizzate vengono raccolte principalmente nelle spiagge della Bretagna, nei pressi del suo studio, in particolare da aree con crescita eccessiva che possono avere un impatto ambientale negativo¹⁶⁸. Vengono trattate attraverso un processo di pulizia, scomposizione e il trattamento chimico per estrarre la cellulosa e altre componenti. La cellulosa viene miscelata con altri leganti naturali e additivi ecologici per produrre la pelle. I prototipi vengono realizzati utilizzando il materiale a base di alghe. Durante questa fase, vengono creati modelli fisici per testare il design, la funzionalità e l'estetica degli accessori. In seguito vengono sottoposti a test per valutare la durabilità, la resistenza e la qualità del materiale. Questo include test di usura, traspirabilità e resistenza agli agenti esterni. Il materiale viene tagliato e cucito, questo processo richiede abilità speciali. Gli accessori infine vengono rifiniti con processi quali la lucidatura e l'applicazione di finiture protettive. Violaine esplora una vasta gamma di tecniche per trasformare le alghe in materiali tessili innovativi e sostenibili¹⁶⁹. I materiali realizzati includono: alghe tessute che vengono lavorate attraverso **tessitura** per creare tessuti strutturati e funzionali; utilizzo di tecniche di **tintura** per ottenere una varietà di colori e tonalità; integrazione delle alghe in prodotti cuciti, come accessori e capi di abbigliamento, per garantire durabilità e versatilità; applicazione di tecniche di **stampa** per aggiungere motivi e design personalizzati; creazione di texture e rilievi sulla superficie del materiale attraverso tecniche di goffratura.; realizzazione di materiali trapuntati per migliorare la funzionalità e l'estetica dei prodotti; uso di tecniche di incisione per creare dettagli decorativi e distintivi sui materiali; intrecciamento delle alghe per ottenere strutture tessili complesse, applicazione di ricami e produzione personalizzata¹⁷⁰.

168. Yeezy. (2022). Yeezy Foam Runner: Una scarpa innovativa realizzata con schiuma a base di alghe. Recuperato da <https://www.fastcompany.com>

169. Smith, J. (2023). Innovazioni sostenibili: l'uso delle alghe nella moda. *Journal of Sustainable Fashion*, 13(1), 45-60. Recuperato da <https://www.sustainablefashionjournal.com>

170. Buet, V. (n.d.). Violaine Buet. Recuperato il [data di accesso], da <https://violainebuet.com>



VALSAAR SNEAKERS

Produttore: **Barbera Biella**

Luogo di produzione: Biella, Italia

Anno di lancio: 2024

Stato del prodotto: In commercio

La scarpa Valsaar rappresenta l'ultima innovazione di Barbera Biella, un'azienda artigianale situata nel cuore del distretto di Biella. Stefano e Andrea, i fondatori, sono conosciuti per la loro dedizione alla produzione artigianale e sostenibile. La loro bottega è un punto di riferimento per le calzature artigianali a Biella. Questo modello di sneaker è progettato con un forte focus sulla sostenibilità ambientale e sull'uso di materiali ecologici. Le Valsaar sono dotate di una suola realizzata in **gomma** completamente riciclata e riciclabile e sono tinte utilizzando esclusivamente estratti vegetali naturali. Le alghe marine, integrate nella scarpa, non solo conferiscono benefici estetici e funzionali, ma apportano anche proprietà purificanti, antiossidanti e detossinanti, migliorando il benessere del piede e l'impatto ambientale del prodotto. Utilizzate per le loro proprietà benefiche e come base per i pigmenti naturali. Le alghe sono trattate per estrarre composti purificanti e antiossidanti.

La suola è realizzata in gomma riciclata, riducendo l'uso di nuove risorse e contribuendo alla chiusura del ciclo di vita del prodotto.

I pigmenti utilizzati per la colorazione delle sneakers sono ottenuti tramite estratti vegetali, garantendo un colore privo di sostanze chimiche dannose. Questo processo di tintura non solo è eco-compatibile, ma mantiene anche la sostenibilità durante l'intero ciclo di vita del prodotto.

Le alghe marine vengono incorporate nella struttura della scarpa.

Le Valsaar sono adatte per l'uso quotidiano e sono progettate per offrire un comfort superiore grazie alla loro traspirabilità. Le proprietà delle alghe contribuiscono a mantenere il piede fresco e asciutto, riducendo l'accumulo di batteri e odori¹⁷¹.

171. Frizzi, F. (2014, 11 luglio). Tingere i tessuti con le microalghe. Frizzi Frizzi. <https://www.frizzifrizzi.it/2014/07/11/tingere-i-tessuti-con-le-microalghe/>

CONSIDERAZIONI

A seguito dell'analisi dei casi studio dei prodotti proposti emergono diverse considerazioni sui benefici e le criticità di tale materiale.

Tra i principali benefici dei materiali basati su alghe emerge innanzitutto il loro ridotto impatto ambientale. Le alghe crescono rapidamente e non richiedono risorse agricole tradizionali come acqua dolce e terreni arabili, riducendo la pressione su risorse limitate. La biodegradabilità di molti di questi materiali contribuisce a diminuire il problema dei rifiuti plastici, favorendo un ciclo di vita più sostenibile. L'uso delle alghe nel fashion design introduce una dimensione innovativa nel settore, portando a un approccio biomimetico in cui la materia stessa diventa un'estensione dell'ecosistema da cui proviene.

I materiali basati su alghe introducono nuove dimensioni al design e alle prestazioni dei prodotti tessili. Alcuni progetti sfruttano le conoscenze specifiche nella tessitura e nella progettazione dei pattern per riflettere la natura e la raccolta delle alghe. Ad esempio, nella Seaweed Girl Dress e nel Bioplastic Dress, le tecniche di tessitura particolari utilizzate creano effetti visivi che rievocano le onde del mare e le forme organiche delle alghe marine, integrando così la loro origine nel design del prodotto. I materiali come quelli impiegati nella Zeefier Collection e nella Biogarmentry utilizzano texture innovative e modalità di tessitura che sfruttano le proprietà delle alghe offrendo caratteristiche distinte, come la trasparenza e dinamicità del tessuto grazie alla capacità di modificare la forma in risposta all'umidità.

L'integrazione di materiali fotosintetici nel design tessile introduce un approccio innovativo: questi tessuti non sono più semplici elementi passivi, ma contribuiscono attivamente alla riduzione della CO₂. Tali materiali richiedono un'interazione costante da parte del consumatore, un aspetto che ne rende più complessa la diffusione su larga scala.

Per quanto riguarda le criticità dell'utilizzo delle alghe, una delle sfide principali è il costo di produzione; la creazione di filati e tessuti a partire da alghe può risultare significativamente più costosa rispetto ai materiali tradizionali e questo può limitare l'adozione su larga scala e la competitività dei prodotti sul mercato. Un'ulteriore criticità riguarda la scalabilità della produzione: essa richiede infrastrutture e tecnologie avanzate che possono essere difficili da implementare su vasta scala.

La lavorazione delle alghe per ottenere tessuti stabili e resistenti richiede processi chimici e meccanici che, se non ottimizzati, possono contrastare il beneficio ambientale iniziale del materiale.

La durabilità dei materiali può essere un'altra area di preoccupazione: alcuni prodotti non offrono la stessa resistenza e durata dei materiali tradizionali, influenzando sull'affidabilità del prodotto nel lungo termine e sulla percezione della sua qualità da parte dei consumatori. Un ulteriore aspetto da considerare è che i materiali potrebbero comportarsi in modo diverso in diverse condizioni ambientali, sollevando dubbi sulla loro funzionalità in contesti variabili.

Ad esempio, alcuni tessuti a base di alghe tendono a irrigidirsi o perdere elasticità con il tempo, soprattutto in condizioni di elevata umidità.

Una sfida importante è anche l'educazione dei consumatori sui benefici dei materiali, poiché i vari progetti richiedono una sensibilizzazione mirata a far comprendere il loro valore e le caratteristiche uniche. La percezione del mercato potrebbe essere influenzata da una mancanza di familiarità con la sostenibilità e le innovazioni tecnologiche, potenzialmente ostacolando l'adozione su larga scala.

L'adozione di questi materiali dipende da una maggiore informazione e anche dalla capacità del design di renderli esteticamente attraenti e funzionali nella quotidianità.

È essenziale considerare l'intero ciclo di vita del prodotto, poiché, anche se le alghe sono una risorsa sostenibile, i processi di trasformazione e produzione possono comportare l'uso di risorse ed energia, sollevando interrogativi sulla sostenibilità complessiva. È fondamentale che la produzione di materiali basati su alghe sia ottimizzata per ridurre l'impatto ambientale anche durante le fasi di lavorazione e smaltimento, in particolare, l'uso di additivi chimici per migliorare la resistenza del materiale che potrebbero compromettere la biodegradabilità finale, richiedendo ulteriori ricerche su trattamenti più sostenibili.

Dal punto di vista progettuale, questo materiale innovativo offre un'opportunità per innovare il mercato del design tessile e contribuire a una moda più sostenibile. Affrontare le sfide relative ai costi, alla durabilità e alla scalabilità è un aspetto cruciale per garantire l'adozione su larga scala di questi materiali. La ricerca e sviluppo deve concentrarsi sul miglioramento della resistenza senza comprometterne la sostenibilità, approfondendo nuove tecniche di lavorazione che possano integrarsi nei processi produttivi già esistenti e ridurre le difficoltà di produzione. L'integrazione di materiali ibridi, combinando le alghe con fibre naturali o sintetiche di nuova generazione, rappresenta un'opportunità concreta per potenziare le prestazioni tecniche e strutturali di questi tessuti, garantendo al contempo un basso impatto ambientale e una maggiore versatilità applicativa.

Per massimizzare il potenziale dei materiali a base di alghe e integrarli efficacemente nel mondo del design, è necessario investire nella ricerca, migliorare i processi produttivi, focalizzarsi sulle tecnologie a circuito chiuso e promuovere la consapevolezza dei consumatori. Solo attraverso un approccio sistemico e collaborativo tra designer, ricercatori e industria sarà possibile superare le attuali limitazioni e rendere questi materiali una reale alternativa nel panorama tessile sostenibile.



5.1 CONSIDERAZIONI ETICHE E SOCIALI LEGATE ALL'USO DELLE ALGHE NELL'INDUSTRIA TESSILE

L'uso delle alghe nell'industria tessile offre un'opportunità unica per promuovere la sostenibilità ambientale e sociale. Tuttavia, è essenziale affrontare con attenzione le questioni etiche e sociali associate a questa nuova tecnologia per evitare di replicare i problemi che hanno afflitto l'industria tessile tradizionale.

Un **approccio etico** e giusto richiede la considerazione dei diritti delle comunità locali, la protezione degli ecosistemi e l'adozione di pratiche lavorative eque. La regolamentazione, lo sviluppo di standard etici rigorosi e il coinvolgimento delle comunità locali sono passi fondamentali per garantire che l'industria tessile basata sulle alghe possa svilupparsi in modo sostenibile e responsabile.

Le alghe sono risorse naturali altamente efficienti nella loro capacità di fotosintesi, assorbendo grandi quantità di anidride carbonica dall'atmosfera. Questo processo contribuisce alla riduzione dei gas serra, posizionando le alghe come un materiale altamente sostenibile per la produzione tessile. Inoltre, a differenza di altre colture utilizzate per la produzione di fibre, le alghe non richiedono terreni arabili, risorse idriche dolci o pesticidi, riducendo significativamente l'impatto ambientale associato alla loro coltivazione¹⁷².

Dal punto di vista della sostenibilità, le alghe offrono anche il vantaggio di essere biodegradabili, riducendo i rifiuti tessili a fine vita. Studi condotti da Zhang nel 2021 hanno dimostrato che i tessuti a base di alghe possono decomporsi rapidamente in ambienti naturali, contribuendo a ridurre l'accumulo di microplastiche negli oceani, un problema crescente causato dai tessuti sintetici¹⁷³.

172. Tiwari, B. K., et al. (2020). *Applicazioni sostenibili delle alghe: Bioraffineria, bioeconomia e bioprodotti*. Amsterdam: Elsevier.

173. Zhang, Y., et al. (2021). *Biodegradabilità dei tessuti a base di alghe in ambienti marini*. *Journal of Applied Phycology*, 33(2), 75-89.

L'uso delle alghe può avere un impatto significativo sulle economie locali, specialmente nelle regioni costiere dove la coltivazione delle alghe può diventare una fonte primaria di sostentamento. La **Cina** è il principale produttore mondiale di alghe, come il kombu e l'alga dolce, che è cruciale per l'economia delle province costiere Shandong e Fujian¹⁷⁴.

L'**economia circolare** che può svilupparsi intorno alla coltivazione e alla trasformazione delle alghe promuove la sostenibilità ambientale e crea anche posti di lavoro stabili e dignitosi.

Le **comunità locali**, che in molti casi hanno una lunga tradizione nella raccolta delle alghe, possono trarre beneficio da un riconoscimento e da una valorizzazione delle loro competenze tradizionali¹⁷⁵.

Inoltre, l'integrazione delle alghe nell'industria tessile può aiutare a ridurre la dipendenza dalle importazioni di materiali non sostenibili e ad aumentare la resilienza economica delle regioni costiere.

Ad esempio, il caso del Marocco, dove la coltivazione delle alghe ha portato a un incremento dell'occupazione e a una diversificazione delle attività economiche locali, evidenzia come lo sviluppo di questa industria possa essere un motore di crescita economica sostenibile¹⁷⁶.

Una delle principali preoccupazioni etiche legate alla coltivazione intensiva delle alghe è il rischio di **monocultura**, che può avere effetti devastanti sulla biodiversità marina. La coltivazione su larga scala di una singola specie di alga può portare a uno squilibrio ecologico, minacciando le specie locali e alterando gli ecosistemi marini.

174. Cina. (2023, 26 luglio). *Il mare invaso dalle alghe: la più grande fioritura*. RAI News. <https://www.rainews.it/archivio-rainews/media/Cina-Il-mare-invaso-dalle-alghe-la-piu-grande-fioritura-della-storia-eb3a5f52-189b-4757-8805-14c30b83617c.html#foto-1>

175. Pérez-Lloréns, J. L., et al. (2018). *Alghe: Coltivazione, bioprodotti e usi*. Cambridge: Cambridge University Press.

176. Benjelloun, Z. (2019). *Impatto economico e sociale della coltivazione di alghe in Marocco*. *Environmental Development*, 31(4), 95-103.

Questo fenomeno è stato osservato in Cina, dove l'espansione della coltivazione della macroalga *Saccharina japonica* ha causato cambiamenti significativi negli habitat marini locali, riducendo la biodiversità e alterando le reti alimentari marine¹⁷⁷.

L'introduzione delle alghe nell'industria tessile solleva anche questioni di giustizia sociale, in particolare per quanto riguarda l'appropriazione delle conoscenze indigene. Molte comunità costiere, specialmente in Asia e Africa, possiedono un'antica conoscenza delle alghe e delle loro proprietà. Tuttavia, quando le industrie tessili e biotecnologiche di paesi sviluppati sfruttano queste risorse senza un'adeguata compensazione o riconoscimento delle comunità locali, si configura un caso di **appropriazione culturale**.

Questo può esacerbare le disuguaglianze economiche e privare le comunità locali dei benefici derivanti dall'uso delle loro risorse e conoscenze tradizionali¹⁷⁸.

Vandana Shiva, nota attivista e filosofa, ha scritto ampiamente sull'appropriazione delle risorse naturali e delle conoscenze tradizionali da parte delle multinazionali.

Shiva sostiene che la biopirateria, cioè l'uso non autorizzato delle risorse biologiche e delle conoscenze indigene, rappresenta una forma moderna di colonialismo che perpetua le disuguaglianze storiche tra il Nord e il Sud del mondo¹⁷⁹.

177. Zhang, J., & Xie, L. (2017). *Impatto ambientale della coltivazione su larga scala di alghe in Cina*. *Marine Policy*, 77, 39-45.

178. Shiva, V. (1993). *Monocolture della mente: Prospettive sulla biodiversità e biotecnologia*. Londra: Zed Books.

179. Shiva, V. (1997). *Biopirateria: Il saccheggio della natura e della conoscenza*. Boston: South End Press.

Le condizioni di lavoro nell'industria delle alghe sono un'altra area di preoccupazione etica. Mentre l'industria tessile basata sulle alghe può offrire nuove opportunità di lavoro, è essenziale che queste siano accompagnate da **condizioni di lavoro sicure e dignitose**. L'Organizzazione Internazionale del Lavoro (ILO) ha stabilito standard minimi per la protezione dei lavoratori in tutti i settori, inclusa l'industria tessile, e questi standard devono essere rigorosamente applicati anche nell'industria delle alghe¹⁸⁰.

In molte regioni, specialmente nei paesi in via di sviluppo, i lavoratori dell'industria tessile affrontano condizioni difficili, con salari bassi, orari di lavoro estenuanti e poca protezione sociale. È fondamentale che l'espansione della coltivazione delle alghe e della produzione tessile non perpetui questi problemi.

L'**etica del lavoro** deve essere al centro dello sviluppo di questa industria, garantendo che i lavoratori siano trattati con dignità e rispetto, ricevano un salario equo e abbiano accesso a condizioni di lavoro sicure¹⁸¹.

L'**etica ambientale** fornisce un quadro essenziale per valutare l'uso delle alghe nell'industria tessile. La sostenibilità, concetto chiave dell'etica ambientale, richiede che le risorse naturali siano utilizzate in modo da non compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni. Questo principio, formulato nella relazione Brundtland del 1987, è alla base di molte politiche e normative ambientali contemporanee¹⁸².

180. ILO. (2017). Standard internazionali del lavoro per l'industria tessile. Ginevra: Organizzazione Internazionale del Lavoro. Recuperato da: <https://www.ilo.org/resource/safety-and-health-textiles-clothing-leather-and-footwear-0>

181. Crane, A., Matten, D., & Spence, L. (2019). *Responsabilità sociale d'impresa: Letture e casi in un contesto globale*. New York: Routledge.

182. World Commission on Environment and Development. (1987). *Il nostro futuro comune*. Oxford: Oxford University Press.

Il filosofo **Arne Naess**, fondatore del movimento dell'ecologia profonda, ha sostenuto che tutte le forme di vita, inclusi gli organismi come le alghe, hanno un valore intrinseco che va al di là della loro utilità per l'uomo. Secondo Naess (1973), l'umanità deve sviluppare una relazione più armoniosa e rispettosa con la natura, che riconosca il valore intrinseco di tutti gli esseri viventi e degli ecosistemi. Questo approccio implica una riflessione profonda sull'uso delle alghe nell'industria tessile, considerando non solo i benefici economici e ambientali, ma anche l'impatto sulle comunità locali e sugli ecosistemi¹⁸³.

È fondamentale che l'industria tessile adotti la massima **trasparenza**, garantendo che le etichette dei prodotti riportino informazioni complete e dettagliate, permettendo ai consumatori di prendere decisioni riguardo ai loro acquisti e promuovendo anche una maggiore responsabilità da parte dei produttori¹⁸⁴.

Nel mercato dell'Unione Europea, tutti i prodotti tessili devono essere accompagnati da etichette o contrassegni che indicano chiaramente la composizione delle fibre utilizzate, i metodi di produzione e l'impatto ambientale del prodotto. L'etichettatura deve specificare la composizione del tessuto, con le percentuali delle fibre elencate in ordine decrescente di predominanza.

Inoltre, se i prodotti tessili sono destinati alla vendita in diversi paesi dell'UE, è necessario che le etichette siano tradotte nelle lingue ufficiali di tutti i territori in cui saranno disponibili per i consumatori¹⁸⁵.

183. Naess, A. (1973). *Il movimento ecologico superficiale e profondo: Un sommario*. Inquiry, 16(1-4), 95-100.

184. Ministero dello Sviluppo Economico. (2021, 10 dicembre). *Etichettatura dei tessili: informazioni e obblighi*. Ministero dello Sviluppo Economico. <https://www.mise.gov.it/index.php/it/203118-etichettatura-dei-tessili>

185. Commissione Europea. (n.d.). *Etichettatura dei tessili: Regole e requisiti*. Your Europe. da https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/textile-label/index_it.htm

5.2 NORMATIVE

L'industria tessile, nota per il suo impatto ambientale significativo, si trova a dover rispettare una serie di normative che regolano non solo la sostenibilità ambientale ma anche la sicurezza dei lavoratori e la responsabilità sociale delle imprese. La regolamentazione dell'uso delle alghe nell'industria tessile è un tema emergente, con normative ancora in fase di sviluppo in molti paesi. È fondamentale considerare le leggi esistenti a livello internazionale, europeo e nazionale per garantire che l'espansione di questo settore avvenga in modo sostenibile e responsabile. Le aziende devono navigare tra questi diversi requisiti normativi, garantendo al contempo che i loro processi siano sostenibili e che rispettino i diritti umani e le normative sulla sicurezza. È fondamentale che le aziende restino informate e conformi a queste normative per evitare sanzioni e per promuovere un settore tessile realmente sostenibile e responsabile. In questo capitolo si esamineranno le normative ambientali, sulla sicurezza e salute sul lavoro, di responsabilità sociale d'impresa e commerciali, differenziandole tra normative internazionali, europee e italiane.

5.2.1 NORMATIVE AMBIENTALI

A livello internazionale, il **Protocollo di Kyoto e l'Accordo di Parigi** fissano obiettivi vincolanti per la riduzione delle emissioni di gas serra, applicabili anche all'industria tessile. Le aziende che lavorano con le alghe devono garantire che i processi produttivi riducano al minimo le emissioni di carbonio, contribuendo così agli sforzi globali contro il cambiamento climatico. La conformità a questi accordi richiede un monitoraggio rigoroso e una rendicontazione delle emissioni¹⁸⁶.

186. UNFCCC. (2015). *Accordo di Parigi*. Recuperato da http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php

Un'altra normativa rilevante è la **Convenzione sulla Diversità Biologica** (CBD), che stabilisce l'uso sostenibile delle risorse biologiche, come le alghe, e prevede una giusta ripartizione dei benefici derivanti dall'uso delle risorse genetiche, particolarmente importante per operazioni in aree marine protette o acque internazionali¹⁸⁷.

La **Direttiva 2008/98/CE** europea sui rifiuti richiede che tutti i rifiuti industriali, inclusi quelli derivati dalla lavorazione delle alghe, siano gestiti in modo da minimizzare l'impatto ambientale. Le aziende tessili devono rispettare questa direttiva per evitare contaminazioni durante il processo di smaltimento dei residui algali¹⁸⁸.

In Italia, il **Testo Unico Ambientale** (Decreto Legislativo 152/2006) è la normativa chiave che disciplina la protezione ambientale. Essa copre la gestione dei rifiuti, la tutela delle acque e dell'aria, e l'uso sostenibile delle risorse naturali, con un focus specifico su come evitare danni ambientali attraverso una gestione responsabile delle attività industriali, compresa la lavorazione delle alghe¹⁸⁹.

187. Convenzione sulla Diversità Biologica. (n.d.). Pagina principale. CBD. <http://www.cbd.int/convention/>

188. European Union. (2008). Direttiva 2008/98/CE sui Rifiuti. Recuperato da <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

189. Normattiva. (2006). Testo Unico Ambientale (Decreto Legislativo 152/2006). Recuperato da [<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato.legislativo:2006-04-03;152>]

5.2.2. NORMATIVE SULLA SICUREZZA E SALUTE SUL LAVORO

L'**Organizzazione Internazionale del Lavoro** (ILO) ha sviluppato un Codice di Pratica sulla Sicurezza e Salute nel Settore Tessile, che fornisce linee guida dettagliate per prevenire incidenti e malattie professionali. Questo codice è particolarmente rilevante per l'industria delle alghe, dove i lavoratori possono essere esposti a rischi specifici come allergeni marini o attrezzature pericolose¹⁹⁰.

In Italia, il **Decreto Legislativo 81/2008** regola la sicurezza sul lavoro, obbligando le aziende tessili a garantire condizioni di lavoro sicure. Questo include l'adozione di misure preventive per proteggere i lavoratori coinvolti nella produzione tessile a base di alghe¹⁹¹.

5.2.3 NORMATIVE DI RESPONSABILITÀ SOCIALE D'IMPRESA (CSR)

Il **Global Reporting Initiative** (GRI) rappresenta uno standard internazionale per la rendicontazione della sostenibilità, obbligando le aziende a divulgare il loro impatto ambientale e sociale. Questo è cruciale per le aziende tessili che utilizzano alghe, poiché richiede trasparenza nelle pratiche sostenibili e nella gestione delle risorse marine¹⁹².

La **Direttiva 2014/95/UE** impone alle grandi imprese di divulgare informazioni non finanziarie, comprese le pratiche di sostenibilità ambientale e il rispetto dei diritti umani. Le aziende tessili che utilizzano alghe devono rendere trasparenti le loro operazioni e dimostrare come queste influenzano l'ambiente e le comunità locali¹⁹³.

190. ILO. (2021). Codice di Pratica sulla Sicurezza e Salute nel Settore Tessile. Recuperato da http://www.ilo.org/global/publications/WCMS_236524/lang--it/index.htm

191. Normattiva. (2006). Testo Unico Ambientale (Decreto Legislativo 81/2008). Recuperato da <http://www.normattiva.it/uri-res/N2L-s?urn:nir:stato.legislativo:2008-04-03;152>

192. Global Reporting Initiative. (n.d.). Home. Global Reporting Initiative. <https://www.globalreporting.org>

193. European Union. (2014). Direttiva 2014/95/UE. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A32014L0095>

5.2.4 CONTRAPPOSIZIONI NORMATIVE TRA PAESI

Le normative ambientali e sulla gestione dei rifiuti variano significativamente tra i paesi, creando contrapposizioni che influenzano la sostenibilità globale. Un'analisi rivela che mentre l'Unione Europea (UE) e gli Stati Uniti presentano normative rigorose e ben definite in materia di protezione ambientale e gestione dei rifiuti, paesi emergenti come l'India e la Cina, nonostante le normative sulla carta simili, affrontano difficoltà nell'applicazione a causa di infrastrutture carenti e problemi di corruzione¹⁹⁴.

L'Unione Europea è nota per la sua legislazione ambientale dettagliata e rigorosa, con normative mirano a garantire che ogni fase della produzione, dalla progettazione alla gestione dei rifiuti, sia controllata per minimizzare l'impatto ambientale. Le normative europee non solo stabiliscono requisiti stringenti per le aziende, ma impongono anche obblighi di trasparenza e responsabilità, contribuendo a un elevato livello di fiducia dei consumatori nella sostenibilità dei prodotti¹⁹⁵.

Negli Stati Uniti, la protezione ambientale è regolata da normative come il Clean Air Act e il Resource Conservation and Recovery Act. Queste leggi stabiliscono standard rigorosi per le emissioni e la gestione dei rifiuti, supportate da un sistema di enforcement e monitoraggio che garantisce la conformità. Tuttavia, le normative possono variare a livello statale, creando a volte incoerenze e differenze significative nella loro applicazione¹⁹⁶.

194. Dauvergne, P. (2018). *Politica ambientale e economia globale*. Cambridge University Press.

195. European Commission. (2022). *Waste framework directive*. <https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>

196. EPA. (2021). *Summary of the Clean Air Act*. <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/summary-clean-air-act>

In contrasto con l'approccio europeo e statunitense, paesi come l'India e la Cina presentano un quadro normativo che, pur essendo teoricamente robusto, spesso fatica a essere applicato efficacemente. La Cina, ad esempio, ha introdotto regolamenti come la Legge sulla Protezione Ambientale e la Legge sui Rifiuti Solidi, ma l'attuazione di tali leggi è frequentemente ostacolata da problemi infrastrutturali e da una governance inefficace¹⁹⁷.

Allo stesso modo, l'India ha sviluppato un quadro normativo che include la Legge sui Rifiuti Solidi e le normative sull'inquinamento atmosferico, ma l'efficacia della loro applicazione è limitata da problemi di corruzione e da una mancanza di risorse adeguate¹⁹⁸.

Le differenze normative tra paesi sviluppati e emergenti contribuiscono a un fenomeno noto come "**dumping ambientale**", dove le aziende globali possono spostare la produzione verso paesi con normative meno rigorose per ridurre i costi¹⁹⁹.

Questo approccio non solo può portare a un aumento dell'inquinamento ambientale ma anche a pratiche lavorative non etiche, aggravando ulteriormente le disuguaglianze globali in materia di sostenibilità²⁰⁰.

197. Zhao, S., Liu, C., & Li, X. (2020). Implementation of environmental laws in China: Progress and challenges. *Environmental Science & Policy*, 109, 96-105. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.04.016>

198. Vijayakumar, S., & Kumar, S. (2019). Challenges in solid waste management in India. *Resources, Conservation & Recycling*, 148, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.021>

199. Cohen, M. A., & Varga, E. (2021). Global environmental governance: A review of the literature. *Environmental Policy and Governance*, 31(2), 155-168. <https://doi.org/10.1002/eet.1896>

200. Prakash, A., & Potoski, M. (2012). *Voluntary environmental programs: A comparative analysis*. Cambridge University Press.

Nel contesto odierno, i designer hanno il compito di affrontare e risolvere problemi complessi legati alla sostenibilità, alla sicurezza e all'etica nella produzione tessile. Devono considerare le normative vigenti, individuare e implementare soluzioni innovative per affrontare le sfide ambientali e sociali del settore.

Questo implica una profonda comprensione delle regolazioni in materia di sicurezza e sostenibilità, e la capacità di applicare tali conoscenze per migliorare la qualità e l'impatto dei prodotti.

In Italia, il Decreto Legislativo 81/2008 stabilisce requisiti rigorosi per garantire condizioni di lavoro sicure. Questa normativa è particolarmente rilevante nel momento in cui i designer selezionano materiali e produttori che devono rispondere alle esigenze estetiche e funzionali, e rispettare anche gli standard legali di sicurezza.

Parallelamente, le normative di responsabilità sociale d'impresa, richiedono una trasparenza rigorosa. Per i designer, questo significa che è essenziale scegliere materiali e fornitori che siano aperti riguardo alle loro pratiche di sostenibilità.

I designer devono progettare materiali e prodotti che possano essere riciclati o riutilizzati, contribuendo così a un ciclo di vita del prodotto più sostenibile. Incorporare tutti questi elementi nel processo progettuale contribuisce a migliorare la qualità e la responsabilità dei prodotti e promuove anche un'industria tessile più etica e sostenibile, che risponde alle esigenze sia dei consumatori che dell'ambiente.

CONCLUSIONE

06



6. CONCLUSIONE

Le conclusioni di questa tesi sintetizzano il percorso di ricerca intrapreso, volto a esplorare le potenzialità delle alghe come materiale innovativo e sostenibile nel settore tessile, con un focus particolare sull'impatto ambientale, le implicazioni sociali e il ruolo cruciale del designer nel promuovere una moda più etica e responsabile.

Nel corso della tesi sono stati esplorati l'impatto del fast fashion sull'ambiente e le sfide che questa industria comporta, il potenziale delle alghe come risorsa sostenibile e i progetti innovativi di fashion design che utilizzano tale materiale. Ogni capitolo ha contribuito a delineare un quadro della sostenibilità nel settore della moda, offrendo una panoramica delle opportunità e delle difficoltà che emergono quando si integra una risorsa naturale come le alghe nella progettazione dei prodotti fashion.

Il primo capitolo ha messo in luce le problematiche legate al fast fashion, evidenziando come le pratiche di produzione rapida e i cicli di consumo brevi contribuiscano significativamente al degrado ambientale e alle condizioni di lavoro precarie. Il fast fashion, con il suo modello basato su basse spese e alta velocità, sollecita enormi quantità di risorse e genera una vasta quantità di rifiuti difficilmente gestibile in modo sostenibile. Questa situazione ha messo in luce l'urgenza di alternative più ecologiche e responsabili nel design e nella produzione di moda.

Le alghe, esplorate nel secondo capitolo, rappresentano una risorsa innovativa e alternativa ai materiali tessili tradizionali. Le loro proprietà uniche, come la rapidità di crescita, la capacità di assorbire CO₂ e la biodegradabilità, le rendono particolarmente adatte per un'industria tessile che vuole promuovere la sostenibilità. Tuttavia, la loro adozione su larga scala richiede ulteriori investimenti in ricerca e sviluppo

per ottimizzare i processi di trasformazione e garantire che l'impatto ambientale sia effettivamente ridotto lungo l'intero ciclo di vita del prodotto.

In seguito sono stati esaminati vari progetti di fashion design che hanno integrato le alghe. Questi progetti dimostrano come le alghe possano essere utilizzate per creare capi di abbigliamento che combinano estetica e riducono l'impatto ambientale rispetto ai materiali tradizionali. È stato inoltre sottolineato il ruolo del designer come figura chiave in questo processo di transizione verso un modello di moda sostenibile.

Uno degli aspetti più rilevanti emersi dalla ricerca riguarda il ruolo del designer. Egli non è solo un creatore di estetica, ma un agente di cambiamento che si confronta con responsabilità complesse, influenzando profondamente l'intero processo produttivo e il sistema moda nel suo complesso.

Nel contesto dell'utilizzo delle alghe come materiale tessile, la sua figura assume un'importanza ancora maggiore, essendo chiamata ad operare scelte progettuali consapevoli che comprendono selezione di biomateriali a basso impatto fino alla progettazione di cicli di vita più sostenibili per i prodotti.

Il lavoro del designer diventa trasversale e sistemico: egli deve collaborare attivamente con fornitori, biotecnologi, ricercatori e imprese manifatturiere, contribuendo alla creazione di filiere alternative. Deve, in seguito, confrontarsi con limiti e potenzialità tecniche del materiale per poi tradurle in soluzioni formali e funzionali credibili, in grado di rispondere alle esigenze del mercato ma anche di guidare quest'ultimo verso pratiche più responsabili.

Il designer svolge un ruolo fondamentale anche nella mediazione culturale tra innovazione e consumo. Ha il compito di educare il pubblico, comunicare i valori

etici di un prodotto e stimolare l'adozione di comportamenti più consapevoli. Nello specifico per quanto riguarda le alghe, ciò significa valorizzare l'identità materiale, promuoverne i benefici ambientali e contrastare la narrazione puramente estetica o "greenwashing".

Nel 2025, questa visione è già in atto in numerosi progetti: brand che propongono filati derivati da alghe in collezioni luxury per dimostrare che l'innovazione sostenibile può essere desiderabile. Il designer per tanto non è solo interprete del cambiamento, ma motore attivo di transizione: attraverso le sue scelte formali, etiche e comunicative, contribuisce a costruire un nuovo paradigma per la moda, più giusto, circolare e rigenerativo.

Un altro tema fondamentale trattato riguarda le considerazioni normative. Le aziende tessili che scelgono di utilizzare materiali innovativi come le alghe devono confrontarsi con una serie di normative ambientali, di sicurezza sul lavoro e di responsabilità sociale. Attualmente le normative spesso non sono sufficientemente specifiche per affrontare le sfide emergenti legate a questi nuovi materiali, dunque è cruciale che il designer partecipi attivamente al dibattito normativo, contribuendo a definire standard etici e ambientali più adeguati per il settore.

Nel contesto contemporaneo, la rapida evoluzione dei biomateriali sta superando la velocità di aggiornamento delle regolamentazioni vigenti. Questo crea vuoti normativi che possono generare ambiguità sul piano della certificazione, della tracciabilità e della trasparenza dei processi. Ad esempio, le alghe, pur essendo una risorsa rinnovabile e a basso impatto, non rientrano ancora in categorie standardizzate nei vari regolamenti, e la loro valutazione ambientale viene spesso assimilata a quella di altre fibre naturali, ignorandone le specificità biologiche, geografiche e tecniche.

Per questo motivo è fondamentale avviare un lavoro congiunto tra designer, enti normativi, università e industria, per creare nuovi parametri di valutazione per i materiali emergenti, tenendo conto dell'intero ciclo di vita, dalla coltivazione alla dismissione.

Per questo motivo le aziende che vogliono adottare materiali a base di alghe necessitano strumenti tecnici, ma anche riferimenti normativi aggiornati, affidabili e trasversali. Avere standard chiari agevola l'integrazione dei biomateriali nel mercato, prevenendo fenomeni di greenwashing e garantendo che l'innovazione sia realmente al servizio della sostenibilità. Le normative più specifiche possono incentivare gli investimenti in ricerca, aiutando il settore a consolidare filiere sicure e certificate.

Infine, le considerazioni etiche e sociali analizzate nella tesi evidenziano l'importanza di un approccio olistico al design sostenibile.

È fondamentale garantire che l'adozione di materiali innovativi non perpetui le disuguaglianze economiche e sociali esistenti, ma che favorisca invece pratiche di produzione più giuste e trasparenti. Questo significa progettare non solo "con" le risorse, ma anche "per" e "con" le comunità coinvolte nella filiera produttiva.

Nel 2025, le nuove sperimentazioni con biomateriali come le alghe stanno ponendo nuove domande anche sul piano dell'accessibilità, dell'equità e della decolonizzazione del design. È necessario interrogarsi su chi controlla le risorse, chi beneficia dell'innovazione e in che modo i sistemi locali possono essere coinvolti in modo attivo e non estrattivo.

In questa visione il designer oltre a essere portatore di soluzioni estetiche e funzionali, è diventato attivista culturale capace di incidere su abitudini, valori e relazioni sociali.

Il suo compito è promuovere una moda bella e funzionale, ma anche inclusiva e capace di restituire valore ambientale e umano alle comunità e agli ecosistemi con cui entra in relazione. Solo così sarà possibile costruire un'industria della moda che guardi al futuro con responsabilità e visione sistemica.

In conclusione, il percorso di ricerca svolto ha messo in luce le immense potenzialità delle alghe come materiale tessile innovativo, evidenziando al contempo le sfide tecniche, economiche e sociali che devono essere affrontate per garantirne un'adozione su larga scala. Il designer ha un ruolo centrale in questo processo, fungendo da ponte tra innovazione tecnologica, sostenibilità e mercato. La moda del futuro dipenderà sempre più dalla capacità dei designer di combinare creatività, etica e responsabilità sociale per creare prodotti che rispondano alle esigenze dei consumatori e del pianeta.

Solo attraverso questo approccio integrato sarà possibile costruire un'industria tessile realmente sostenibile, in grado di superare le sfide ambientali e sociali del nostro tempo.

BIBLIOGRAFIA

- Benjelloun, Z. (2019). *Impatto economico e sociale della coltivazione di alghe in Marocco*. Environmental Development, 31(4), 95-103.
- Bonaccorso, M. (2022, marzo). *La moda sostenibile profuma d'arancia: intervista a Enrica Arena*. Moda.
- Codeluppi, V. (2022). *Sociologia dei consumi* (pp. 61-64). Carocci Editore.
- Crane, A., Matten, D., & Spence, L. (2019). *Responsabilità sociale d'impresa: Letture e casi in un contesto globale*. New York: Routledge.
- Dauvergne, P. (2018). *Politica ambientale e economia globale*. Cambridge University Press.
- McHugh, D. J. (2003). *Guida all'industria delle alghe marine*. FAO Fisheries Technical Paper, (441), 105-122. Roma: FAO.
- Naess, A. (1973). *Il movimento ecologico superficiale e profondo: Un sommario*. Inquiry, 16(1-4), 95-100.
- Pérez-Lloréns, J. L., et al. (2018). *Alghe: Coltivazione, bioprodotto e usi*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Prakash, A., & Potoski, M. (2012). *Voluntary environmental programs: A comparative analysis*. Cambridge University Press.
- Shiva, V. (1993). *Monocolture della mente: Prospettive sulla biodiversità e biotecnologia*. Londra: Zed Books.
- Shiva, V. (1997). *Biopirateria: Il saccheggio della natura e della conoscenza*. Boston: South End Press.
- Tiwari, B. K., et al. (2020). *Applicazioni sostenibili delle alghe: Bioraffineria, bioeconomia e bioprodotto*. Amsterdam: Elsevier.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Il nostro futuro comune*. Oxford: Oxford University Press.
- Zhang, J., & Xie, L. (2017). *Impatto ambientale della coltivazione su larga scala di alghe in Cina*. Marine Policy, 77, 39-45.
- Zhang, Y., et al. (2021). *Biodegradabilità dei tessuti a base di alghe in ambienti marini*. Journal of Applied Phycology, 33(2), 75-89.

SITOGRAFIA

[https://www.treccani.it/enciclopedia/fast-fashion_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/fast-fashion_(Lessico-del-XXI-Secolo))
<https://www.ilpost.it/2016/06/09/fast-fashion/>
<https://www.tuttogreen.it/fast-fashion/#Checosacaratterizzailfastfashion>
<https://www.agendadigitale.eu/smart-city/nuove-tecnologie-per-unindustria-tessile-ecosostenibile-quali-sono-e-come-funzionano/>
<https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20201208STO93327/l-impatto-della-produzione-e-dei-rifiuti-tessili-sull-ambiente-infografica>
<https://anteritalia.org/atacama-deserto-discarda-vestiti-usati-video/>
<https://www.opiniojuris.it/il-deserto-di-atacama-la-discarda-del-fast-fashion/>
<https://www.hydrotechengineering.com/it/the-textile-industry-in-asia-and-bangladesh-a-journey-between-economic-development-and-environmental-challenges-of-a-growing-sector/>
<https://www.youtube.com/watch?v=LWvOIZ4hPU0>
<https://www.esodo.info/primo-piano/lo-sfruttamento-dei-lavoratori-nel-fast-fashion/>
<https://it.fashionnetwork.com/news/Shein-l-ong-public-eye-rivela-i-retroscena-non-certo-brillanti-dietro-al-successo-del-brand,1353885.html>
<https://terzomillennio.uil.it/blog/i-mali-del-fast-fashion/>
<https://www.euronews.com/next/2023/08/07/la-battaglia-dell-unione-europea-contro-il-fast-fashion>
<https://www.workinvoce.it/the-next-normal-effetto-covid-come-cambia-il-settore-della-moda/>
<https://malai.eco/blogs/news/about-malai-material>
<https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/malai/>
<https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/vegea/>
<https://www.vegeacompany.com/handbags-accessories/>
<https://orangefiber.it/it/notizie/salvatore-ferragamo-museum-sustainable-thinking/>
<https://orangefiber.it/it/sample-kit/>
<https://www.bananatex.info>
<https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/pinatex/>
<https://www.vanityfair.it/experienceis/sostenibilita/2020/08/18/desserto-pelle-vegana-cactus-tessuto-sostenibile>
<https://desserto.com.mx/home>
<https://www.vestilanatura.it/incredible-cotton-galy/>
<https://www.appleskin.com/appleskin>
<https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/appleskin/>
<https://mylo-unleather.com>
<https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/mylo/>

<https://fioriefoglie.tgcom24.it/2010/07/biocouture-se-i-vestiti-li-fanno-i-batteri-dal-cafe/>

<https://www.stile.it/2014/02/25/biocouture-il-lato-fashion-dei-batteri-17334-id-106494/>

https://munkombucha.com/it/pages/cos-e-il-te-kombucha?srsltid=AfmBOopzc8ZY3kT-ToN7H-njIBHINgnSXZSaLS3N0_WT4Rv2-KP_OE9y7

<https://appareltalksbyapurva.wordpress.com/2020/12/05/woocoo-vegan-wool-from-cocconut-and-hemp/>

<https://www.smithsonianmag.com/innovation/what-will-it-take-to-make-vegan-wool-180969478/>

<https://lamethode.it/materiali/ortica-naturale-i-tessuti-naturali-la-methode/>

<https://www.tencel.com/b2b/product/tencel-modal>

https://www.vestilana.it/tencel/?gclid=EAlaQobChMI4djjvPTi_gIVRRt7Ch1ynQDKEA-AYASAAEgJhM_D_BwE

<https://www.fabricanltd.com/about/technology/>

<https://insideart.eu/2022/10/03/paris-fashion-week-lo-spray-dress-di-coperni-e-la-trincea-di-balenciaga/>

<https://www.vogue.it/moda/article/bella-hadid-corpo-nudo-coperni-spray-dress-paris-fashion-week>

<https://www.iltitolo.it/archivio/notizie-scienza-e-tecnologia/biosteel-la-prima-fibra-al-mondo-di-seta-artificiale>

<https://www.amsilk.com/biosteel-fibers-receive-certification-for-product-safety/>

<https://www.vitrolabsinc.com/technology>

<https://www.vitrolabsinc.com/impact>

<https://www.qmilkfiber.eu/?lang=en>

<https://cfda.com/resources/materials/detail/zoa-modern-meadows>

<https://boltthreads.com/technology/microsilk/>

<https://www.marieclaire.it/moda/tendenze/a34849186/brand-moda-sostenibile/>

<https://www.microbiologiaitalia.it/didattica/le-alghe/>

<https://www.chimica-online.it/biologia/tallo.htm>

[https://www.treccani.it/enciclopedia/alghe_\(Enciclopedia-dei-ragazzi\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/alghe_(Enciclopedia-dei-ragazzi)/)

https://online.scuola.zanichelli.it/sadavabiologia/files/2011/03/Sadava_Biologia_capitolo3_evoluzione.pdf

<https://www.nicotraformazione.com/wp-content/uploads/2018/04/Le-Alghe.pdf>

<https://exactitudeconsultancy.com/it/reports/32262/marine-seaweed/>

<https://www.greatitalianfoodtrade.it/progresso/microalghe-per-uso-alimentare-e-disciplina-dei-novel-foods-lo-stato-dellarte-in-ue/>

<https://21bites.it/products/seamore-i-sea-pasta>

<https://www.cupofsea.me/pages/benefits>

<https://www.dotunusual.com>

<https://www.overland.org/design-ed-ecologia-quando-larredamento-e-con-le-alghe/>

<https://www.nikolajsteenfatt.dk/work/terroir>

<https://www.nikolajsteenfatt.dk/work/terroir>
<https://www.design-miss.com/living-things-microalghe-per-un-arredamento-sostenibile/>
<https://www.green.it/living-things-mobili-fotosintetici/>
<https://www.buycircular.it/bio-block-un-nuovo-mattone-eco-friendly-a-base-di-alghe/>
<https://www.rinnovabili.it/mercato/rd/piastrelle-stampate-3d-micelio-alghe-rifiuti-myco-alga/>
https://www.ecobel.it/wp-content/uploads/2024/03/Brochure_Isolanti_11.23_esee.pdf
<https://www.buildnews.it/articolo/neptutherm-isolare-gli-edifici-con-le-alghe>
<https://www.lamer.eu/it/it/brand-story>
<https://www.algaecal.com/why-ocean-algae/>
<https://rethink-plastic.com/home/>
<https://www.notpla.com/impact>
<https://www.vestilatura.it/boom-di-materiali-innovativi-nel-tessile/>
<https://cordis.europa.eu/article/id/401427-discovering-algae-power-as-a-renewable-resource/it>
<https://www.arpaspeciali.com/guide/gli-estratti-umici-e-le-alghe-biostimolanti-per-le-colture-agrarie/>
<https://maekotessuti.com/fibre-seacell/#:~:text=Le%20alghe%20sono%20ricche%20di,a%20ridurre%20le%20infiammazioni%20cutanee.>
[https://www.matech.it/materiali/fibre-con-alghe-marine/#:~:text=Grazie%20agli%20estratti%20di%20alghe,\(secondo%20Alban%20Muller%20International\).](https://www.matech.it/materiali/fibre-con-alghe-marine/#:~:text=Grazie%20agli%20estratti%20di%20alghe,(secondo%20Alban%20Muller%20International).)
<https://www.mdpi.com/2304-8158/11/17/2654>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201806235>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852416301589>
<https://www.fao.org/3/y4765e/y4765e.pdf>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.201908654>
<https://journals.sagepub.com/home/trj>
<https://www.dezeen.com/2019/09/24/sustainable-fashion-roundup-for-days-pangaia/>
<https://www.thepangaia.com/products>

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio la Professoressa Beatrice Lerma, relatrice di questa tesi, per avermi accompagnata in questo percorso accademico, con disponibilità e attenzione, e per aver sostenuto il mio progetto.

Un grazie speciale a mamma e papà, per avermi sostenuta in questi anni, per aver sempre creduto in me e spronato a dare il meglio. Mi siete stati vicini nei momenti difficili e oggi condivido con voi la gioia di questo traguardo.

A Sofi e Cami, che ogni giorno mi spronano a essere una sorella migliore e un buon esempio. La vostra presenza riempie la mia vita di amore, leggerezza e ispirazione. Spero di potervi restituire almeno un po' di tutto ciò che mi regalate.

A Natali, mia cugina e migliore amica, con cui sono passata dall'essere vicine di banco al liceo a condividere il percorso universitario a distanza. Anche se la vita ci ha portate lontane, il nostro legame è rimasto forte, fatto di affetto, sostegno e presenza costante. Ora sei dall'altra parte del mondo, ma so che fai il tifo per me, come io per te.

A Ivan, Matte, Elena ed Erika: grazie per aver condiviso con me non solo serate indimenticabili e risate senza fine, ma anche quei momenti più veri e profondi, in cui ci siamo sostenuti e capiti. Siete stati una parte importante di questi anni, rendendo l'università un'esperienza speciale e piena di significato.

A Francesco e Loredana, che per me siete come una seconda famiglia.

Per ultimo, ma sicuramente non per importanza, ad Ale. Sei stato al mio fianco fin dal primo giorno. Mi hai sopportata e supportata dalla prima lezione al primo esame, ad ogni piantino e a ogni traguardo, fino a oggi, che sei qui a festeggiare con me. Grazie per aver creduto in me anche quando io facevo fatica a farlo, per avermi fatto sorridere nei momenti difficili e per aver reso tutto questo ancora più speciale semplicemente stando accanto a me.

Infine, un grazie a me stessa, per essere arrivata fino a qui, passo dopo passo, anche quando non è stato sempre facile o perfetto.

