R&S+I PER LO SVILUPPO

Manuale per formatori e formatrici



VERDEinMED | Interreg Euro-MED | Co-funded by the European Union

PREFAZIONE

Il presente documento mira a sviluppare una forza lavoro qualificata attraverso la condivisione delle conoscenze, promuovendo la formazione di professionisti esperti nel settore tessile e dell'abbigliamento, con particolare attenzione alle strategie circolari e alla gestione dei rifiuti tessili. Rappresenta un risultato chiave del progetto VERDEinMED, in particolare dell'Attività 1.3 – Formazione dei formatori, che fa parte del WP1: Riforma del settore attraverso pratiche sostenibili e circolari.

In particolare, il documento si allinea al tema "R&S+I per lo sviluppo sostenibile", offrendo l'opportunità di esaminare ed esplorare approcci innovativi e migliori pratiche che promuovono la ricerca, lo sviluppo e l'innovazione per accelerare l'adozione di soluzioni sostenibili lungo tutta la catena del valore tessile.

Le informazioni sono organizzate come segue:

1. L'importanza della R&S nella sostenibilità;
2. Innovazione nei materiali sostenibili;
3. Innovazione dei processi per la sostenibilità;
4. Partnership collaborative di R&S;
5. Diffusione su larga scala delle soluzioni sostenibili;
6. Casi di studio e buone pratiche;
7. Conclusioni.

INDICE

PREFAZIONE	2
INDICE	3
FIGURE	4
L'importanza della ricerca e sviluppo nella sostenibilità	5
Innovazione sostenibile nei materiali	10
Innovazione dei processi per la sostenibilità	17
Partnership collaborative di ricerca e sviluppo	19
Diffusione su larga scala delle soluzioni sostenibili	22
Casi di studio e buone pratiche	25
Conclusioni	28

FIGURE

Figura 1 Normative UE che avranno un impatto sulle aziende del settore tessile e dell'abbigliamento. 2

Figura 2 Principali aree di ricerca nel settore tessile. 5

Figura 3 Materie prime rinnovabili. 9

Figura 4 Innovazione di processo per la sostenibilità: criteri ambientali e fasi del ciclo di vita 15

Figura 5 Catena del valore tessile circolare. Fonte: https://www.fashiontakesaction.com/ 16

Figura 6 Livelli di maturità tecnologica (TRL). Fonte: https://windharvest.com/blog/2022/07/29/technology-readiness-levels-the-path-to-commercialization/ 17

Figura 7 Livelli di maturità tecnologica (TRL) rispetto alle risorse. Fonte: https://windharvest.com/blog/2022/07/29/technology-readiness-levels-the-path-to-commercialization/ . 18

Figura 8 Infografica del progetto be@t 23

L'importanza della ricerca e sviluppo (R&S) per la sostenibilità

La ricerca e lo sviluppo (R&S) svolgono un ruolo cruciale nel promuovere la sostenibilità, favorendo l'innovazione e fornendo soluzioni alle pressanti sfide ambientali. Attraverso iniziative mirate di R&S, è possibile sviluppare nuove tecnologie, materiali e processi per ridurre l'impronta ecologica, migliorare l'efficienza delle risorse e promuovere pratiche sostenibili lungo tutta la catena del valore tessile.

Contesto politico e normativo nel settore tessile

L'industria tessile europea si trova attualmente ad affrontare un panorama normativo complesso, con 16 regolamenti chiave all'esame a livello europeo (Figura 1). Si prevede che queste misure avranno un impatto sostanziale sul settore e, in ultima analisi, sul consumatore finale. Uno degli obiettivi principali di tali regolamenti è la restrizione e il divieto di determinate sostanze chimiche. Ad esempio, il settore deve affrontare la sfida di sostituire le sostanze chimiche a basse emissioni di carbonio che generano PFA, in particolare nei tessuti tecnici, dove non sono ancora disponibili alternative efficaci.

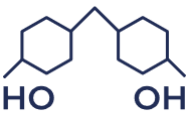
 ECODESIGN E PASSAPORTO DIGITALE DEL PRODOTTO	 RESPONSABILITÀ ESTESA DEL PRODUTTORE	 TRASPORTO DEI RIFIUTI	 DICHIARAZIONI ECOLOGICHE ED ETICHETTATURA DEI TESSILI
 APPALTI PUBBLICI VERDI (GPP)	 RIFIUTI NORMATIVA	 SOSTENIBILITÀ AZIENDALE DUE DILIGENCE	 SOSTENIBILITÀ AZIENDALE DIRETTIVA SULLA RENDICONTAZIONE
 EMISSIONI INDUSTRIALI	 FINANZA SOSTENIBILE (TASSONOMIA)	 MICROPLASTICA	 PFAS
 SENSIBILIZZANTI CUTANEI	 BISFENOLI	 REVISIONE DEL REACH	 PFHxA

Figura 1 *Normative UE che avranno un impatto sulle aziende del settore tessile e dell'abbigliamento.*

Sono in corso importanti iniziative di ricerca e sviluppo per affrontare queste sfide. Il regolamento REACH svolge un ruolo fondamentale, puntando all'eliminazione graduale delle microplastiche, di specifiche sostanze chimiche, dei composti fenolici e dei sensibilizzanti cutanei. Parallelamente, nel gennaio 2025 entreranno in vigore nuove normative sulla gestione dei rifiuti tessili. Queste prevedono la raccolta e la cernita dei rifiuti tessili, vietandone lo smaltimento in discarica o tramite incenerimento, stimolando così l'innovazione nei metodi di riciclaggio sostenibili ed efficienti.

Un altro sviluppo chiave è l'introduzione delle normative sull'eco-progettazione e del Passaporto Digitale del Prodotto. Inizialmente applicate ai prodotti elettronici e alle batterie, queste normative si estenderanno ai tessili entro il 2026. Il Passaporto Digitale del Prodotto diventerà obbligatorio per tutti i prodotti tessili e le calzature, ponendo sfide significative per il settore, in particolare per quanto riguarda la digitalizzazione della catena del valore. Queste misure sono fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi del Green Deal europeo entro il 2030, che mirano a creare un settore tessile più sostenibile e circolare.

Aree di ricerca e aree di innovazione

Per affrontare le sfide in continua evoluzione nel settore tessile, la Piattaforma Tessile Europea (ETP) ha aggiornato la propria Agenda Strategica di Ricerca. Questa iniziativa collaborativa, che coinvolge numerosi istituti di ricerca in tutta Europa, ha individuato le aree strategiche chiave in cui la ricerca e l'innovazione sono fondamentali.

L'agenda rivista evidenzia tre aree di ricerca principali (Figura 2):

— Materiali sostenibili e processi puliti: quest'area si concentra sullo sviluppo di materie prime sostenibili di origine biologica, aspetto particolarmente importante dato che attualmente oltre il 96% delle fibre è importato.

Sottolinea inoltre la necessità di una chimica tessile sostenibile per sostituire le sostanze chimiche pericolose con alternative non tossiche, insieme a processi efficienti dal punto di vista delle risorse che riducano le emissioni di gas serra e migliorino l'efficienza energetica. Anche una raccolta differenziata, una separazione e un riciclaggio efficienti a fine vita sono fondamentali per garantire una gestione sostenibile dei rifiuti tessili.

— Catena di fornitura digitale e modelli di business circolari: la digitalizzazione della catena del valore tessile è essenziale per creare gemelli digitali di prodotti e processi, migliorare l'interoperabilità dei dati e impiegare l'intelligenza artificiale per il processo decisionale e l'ottimizzazione. Quest'area comprende inoltre la progettazione orientata alla circolarità e alla durabilità, nonché lo sviluppo di nuovi modelli di business che promuovano la sostenibilità e approcci orientati ai servizi.

— Produzione avanzata e tessuti ad alte prestazioni: quest'area mira a migliorare i processi produttivi attraverso la produzione intelligente e approcci a difetto zero, potenziando al contempo la flessibilità e la competitività tramite una produzione digitale e in rete su richiesta. Si concentra inoltre sullo sviluppo di materiali sostenibili per applicazioni tecniche e di materiali multifunzionali avanzati che combinino funzionalità e durata.

Queste aree strategiche e i temi ad esse associati sono fondamentali per promuovere l'innovazione e garantire che l'industria tessile raggiunga gli obiettivi di sostenibilità fissati dal Green Deal europeo.

	SOSTENIBILE MATERIALI E PROCESSI PROCESSI	1. Materie prime bio-sostenibili 2. Fibre sostenibili 3. Chimica tessile sostenibile 4. Processi efficienti nell'uso delle risorse 5. Smistamento, separazione e riciclaggio efficienti a fine vita
	CATENE DI APPROVVIGIONAMENTO DIGITALI E NUOVI MODELLI DI BUSINESS	1. Digitalizzazione della catena del valore tessile 2. Sostenibilità e gestione circolare dei dati 3. Progettazione orientata alla sostenibilità e alla circolarità 4. Modelli di business circolari e servizi a valore aggiunto per clienti e utenti finali
	PRODUZIONE AVANZATA E TESSILI AD ALTE PRESTAZIONI	1. Produzione intelligente automatizzata e supportata dall'intelligenza artificiale 2. Produzione digitale e in rete su richiesta 3. Materiali sicuri e sostenibili per applicazioni tecniche

Figura 2 *Principali aree di ricerca nel settore tessile.*

Innovazione nei materiali sostenibili

L'innovazione nei materiali sostenibili è un pilastro fondamentale della transizione del settore tessile verso la circolarità e un minore impatto ambientale. L'accelerazione della ricerca sulle risorse rinnovabili, sulle fibre di nuova generazione e sui metodi di validazione avanzati riflette un cambiamento strategico verso la resilienza climatica, l'efficienza delle risorse e la creazione di valore sostenibile. Questo capitolo delinea tre aree fondamentali che guidano questa trasformazione: aree strategiche di innovazione dei materiali, materie prime rinnovabili e fibre sostenibili.

Aree strategiche dell'innovazione dei materiali

I recenti sviluppi tecnologici hanno ampliato il panorama dei materiali sostenibili e circolari. Guidata dai principi della bioeconomia, della progettazione circolare e della tracciabilità, l'innovazione dei materiali si concentra ora su quattro ambiti interconnessi:

— Materiali tessili sostenibili e circolari: questo ambito comprende polimeri a base biologica, materie prime riciclate e alternative naturali derivate dall'agricoltura rigenerativa o dalla biotecnologia. L'obiettivo è ridurre la dipendenza dalle risorse fossili, minimizzando al contempo la tossicità, il consumo idrico e le emissioni di gas serra.

— Processi tessili sostenibili e circolari: l'innovazione si estende oltre i materiali alle tecnologie di lavorazione a basso impatto — quali trattamenti enzimatici, tintura senza acqua, fermentazione di precisione e riciclaggio chimico a ciclo chiuso — che riducono l'intensità di risorse lungo tutta la catena del valore.

— Modelli di business sostenibili e circolari: i modelli emergenti — riparazione, noleggio, rivendita, rigenerazione e riciclaggio fibra a fibra — consentono ai materiali di circolare più a lungo e in modo più efficiente, generando una domanda tangibile di materie prime sostenibili e flussi circolari scalabili.

— Convalida della sostenibilità e della circolarità: i passaporti dei materiali, le dichiarazioni ambientali di prodotto, la valutazione del ciclo di vita (LCA) e gli indicatori di tracciabilità (ad esempio, marcatura del DNA, blockchain) garantiscono trasparenza e dichiarazioni di sostenibilità scientificamente validate.

Questi ambiti strategici costituiscono le fondamenta della trasformazione dei materiali, consentendo alle aziende di integrare i progressi scientifici con la fattibilità economica e le aspettative dei consumatori.

Materie prime rinnovabili

Le materie prime rinnovabili sono fondamentali per ridurre la dipendenza dalle risorse fossili e consentire sistemi tessili positivi per la natura. Sulla base delle categorie illustrate nei materiali visivi, i principali percorsi di innovazione includono (Figura 3):

— Materiali di origine marina (alghe e alghe marine): le alghe marine e le microalghe sono sempre più utilizzate come materie prime per fibre, polimeri e rivestimenti grazie alla loro rapida crescita, ai ridotti requisiti di utilizzo del suolo e al potenziale di sequestro del carbonio. Ne sono un esempio le fibre di alginato, i filati a base di alghe kelp e i biopolimeri derivati dalle alghe, che offrono alternative biodegradabili e a basso impatto ambientale con una crescente redditività commerciale.

— Materiali derivati dalla biotecnologia (microrganismi): la fermentazione microbica e la biologia sintetica facilitano la produzione di biomateriali innovativi quali la cellulosa batterica, il micelio e le fibre proteiche bioingegnerizzate (ad esempio, gli analoghi della seta di ragno). Questi metodi consentono una produzione controllata senza input agricoli, riducendo il consumo di terra, acqua e sostanze chimiche.

— Materie prime di origine forestale (cellulosiche): le foreste gestite in modo sostenibile forniscono cellulosa per le fibre di nuova generazione, tra cui il lyocell, la nanocellulosa e la pasta solubile derivata da silvicoltura certificata in modo responsabile. I materiali cellulosici rigenerati vengono sempre più spesso prodotti utilizzando sistemi a ciclo chiuso per ridurre al minimo la perdita di solventi e le emissioni.

— Residui agroindustriali: i sottoprodotti agricoli — quali le foglie di ananas (Piñatex), i gambi di banana, le bucce di agrumi, le bucce di cocco e le canne di canapa — vengono valorizzati sotto forma di fibre, compositi e materiali non tessuti. Queste innovazioni riducono gli scarti sostenendo al contempo le bioeconomie rurali.

— Materiali alternativi a base naturale: materiali innovativi, tra cui le fibre di ortica, la pelle di cactus, la fibra d’arancia e le fibre di bambù rigenerate, ampliano la gamma delle materie prime rinnovabili. Queste alternative migliorano la biodegradabilità e riducono la dipendenza dai prodotti petrolchimici.

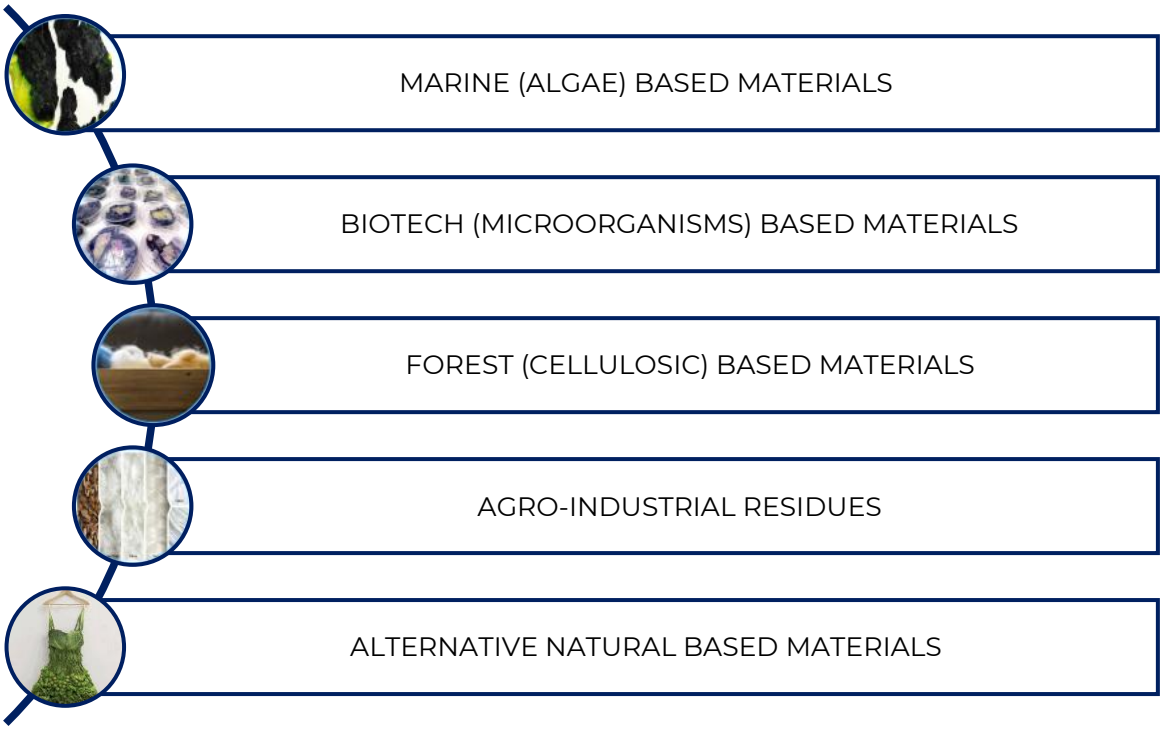


Figura 3 *Materie prime rinnovabili.*

Nel loro insieme, le materie prime rinnovabili sostengono l'approvvigionamento rigenerativo, i flussi circolari e le diverse catene di approvvigionamento a base biologica, in linea con le strategie dell'UE in materia di bioeconomia.

Fibre sostenibili

L'innovazione nel campo delle fibre sostenibili comprende sia soluzioni naturali che artificiali, con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale lungo l'intero ciclo di vita delle fibre. Le categorie illustrate nella tabella visiva mostrano l'ampia gamma di innovazioni attualmente in corso, che spaziano dalle materie prime rinnovabili alle fibre circolari, fino alle nuove alternative a base biologica

FIBRE NATURALI SOSTENIBILI	**NUOVE FIBRE CELLULOSICHE**	**FIBRE SINTETICHE DI ORIGINE BIOLOGICA (SENZA COMBUSTIBILI FOSSILI)**	**FIBRE SINTETICHE RICICLATE**	**FIBRE TRACCIABILI**
Fibre biologiche e rigenerative	Da scarti tessili (industriali, pre-consumo, post-consumo)	Fibre fibre	Da scarti tessili (industriali, pre-consumo, post-consumo)	Additivi /marcatori (ad es., materiali rari, pigmenti)
Da nuove piante e da residui agricoli (banana, ananas)	Da residui agricoli	Fibre biodegradabili in diversi ambienti (ad es. suolo, mare, fiumi)	A base di altri residui: bottiglie in PET, reti da pesca, gusci di ostriche, CO_2...	Additivi forensi /marcatori (ad es., DNA)
Pratiche di tutela degli animali (ad es. nessun mulesing)	Processi di produzione alternativi e più ecologici	Fibre compostabili (domestiche e/o industriali)		Additivi + piattaforma blockchain
Fibre riciclate meccanicamente	Cellulosa batterica (senza legno)			

FIBRE NATURALI SOSTENIBILI

Le fibre naturali vengono sempre più sviluppate ponendo l'accento sull'approvvigionamento etico, la salute del suolo, la biodiversità e il benessere degli animali. Alcuni esempi includono:

— Cotone biologico e rigenerativo coltivato utilizzando pratiche di ripristino del suolo.

— Fibre vegetali derivate da sottoprodotti agricoli, quali banana, ananas e abacá.

— Lana proveniente da allevamenti che rispettano gli standard di protezione degli animali.

— Fibre naturali riciclate meccanicamente, che consentono di produrre nuovi filati con un impatto ambientale ridotto.

Se coltivate o recuperate in modo responsabile, queste fibre dimostrano una forte conformità ai riconosciuti quadri di riferimento in materia di sostenibilità.

NUOVE FIBRE CELLULOSICHE

Le fibre cellulosiche hanno fatto passi da gigante nel sostenere la circolarità e la sostenibilità nel settore tessile. Tra gli sviluppi chiave figurano:

— Riciclaggio da fibra a fibra: i flussi di scarti di cotone e viscosa vengono rielaborati in nuove fibre, riducendo la necessità di materiali vergini e minimizzando gli scarti tessili.

— Fibre cellulosiche derivate da residui agricoli: utilizzando sottoprodotti quali paglia, bucce e steli, i produttori riducono la dipendenza dalle risorse primarie, promuovendo una bioeconomia circolare.

— Processi di produzione a basso impatto: i sistemi a ciclo chiuso con solventi e altri metodi ecocompatibili riducono il consumo di acqua, energia e sostanze chimiche durante la produzione delle fibre.

— Cellulosa batterica: prodotta tramite fermentazione microbica, questa cellulosa offre un'alternativa sostenibile e senza l'uso di alberi, adatta ai tessuti e ad altre applicazioni.

Queste innovazioni forniscono alternative biodegradabili e rinnovabili alle fibre sintetiche come il poliestere e la viscosa tradizionale, allineandosi ai principi dell'economia circolare pur rimanendo commercialmente scalabili.

FIBRE SINTETICHE DI ORIGINE BIOLOGICA (SENZA COMBUSTIBILI FOSSILI)

Le fibre sintetiche a base biologica riducono la dipendenza da materie prime di origine fossile, mantenendo al contempo prestazioni elevate:

— Bio-poliammidi (PA11, PA56): derivate dai semi di ricino o dagli zuccheri vegetali, queste fibre offrono alternative resistenti e durevoli alle poliammidi convenzionali.

— Polimeri biodegradabili: progettati per degradarsi in condizioni controllate, come il suolo o gli ambienti marini.

— Fibre compostabili: adatte per imballaggi, tessuti non tessuti e applicazioni tessili selezionate, forniscono soluzioni di fine vita in linea con i principi dell'economia circolare.

Lo sviluppo di questi materiali richiede norme armonizzate per garantire che le dichiarazioni di biodegradabilità siano accurate e non fuorvianti.

FIBRE SINTETICHE RICICLATE

Le tecnologie di riciclaggio chimico e meccanico stanno ampliando la disponibilità di fibre sintetiche riciclate:

— Poliestere riciclato (rPET): prodotto da bottiglie post-consumo o da scarti tessili.

— Poliammide riciclata: ricavata da reti da pesca, tappeti e scarti industriali.

— Processi avanzati di depolimerizzazione: consentono il riciclaggio da fibra a fibra ad alta purezza.

Queste fibre contribuiscono ai sistemi circolari se supportate da solidi sistemi di tracciabilità e controllo della qualità.

FIBRE TRACCIABILI

Le innovazioni in materia di tracciabilità garantiscono l'autenticità dei materiali e la trasparenza della catena di approvvigionamento:

— Marcatori fisici: materiali o pigmenti rari.

— Marcatori forensi: marcatori di DNA, isotopi.

— Ibridi digitali-fisici: blockchain combinata con marcatori additivi.

Questi strumenti forniscono una verifica credibile della catena di custodia e supportano l'implementazione dei Passaporti Digitali di Prodotto (DPP).

Innovazione dei processi per la sostenibilità

L'innovazione di processo è fondamentale per raggiungere la sostenibilità nell'industria tessile. Sviluppando nuovi metodi e tecnologie, è possibile ridurre significativamente l'impatto ambientale della produzione tessile (Figura 4).

Tra gli esempi figurano processi di filatura innovativi, come la filatura a umido, che vengono sviluppati per sostituire metodi tradizionali quali la produzione di viscosa e lyocell. Questi nuovi processi utilizzano liquidi ionici e tecniche avanzate per dissolvere la cellulosa e migliorare il bagno di cristallizzazione, con il risultato di una produzione di fibre più sostenibile ed efficiente.

Inoltre, le fasi di tintura e finitura – tradizionalmente ad alto consumo di acqua, energia e sostanze chimiche – stanno subendo notevoli innovazioni. Si stanno esplorando alternative alla tintura convenzionale, come la tintura a spruzzo, per aumentare l'efficienza e ridurre il consumo di risorse. Si stanno inoltre sviluppando pretrattamenti e post-trattamenti enzimatici, insieme ad approcci idrotermici e di chimica verde, per migliorare la sostenibilità di questi processi.

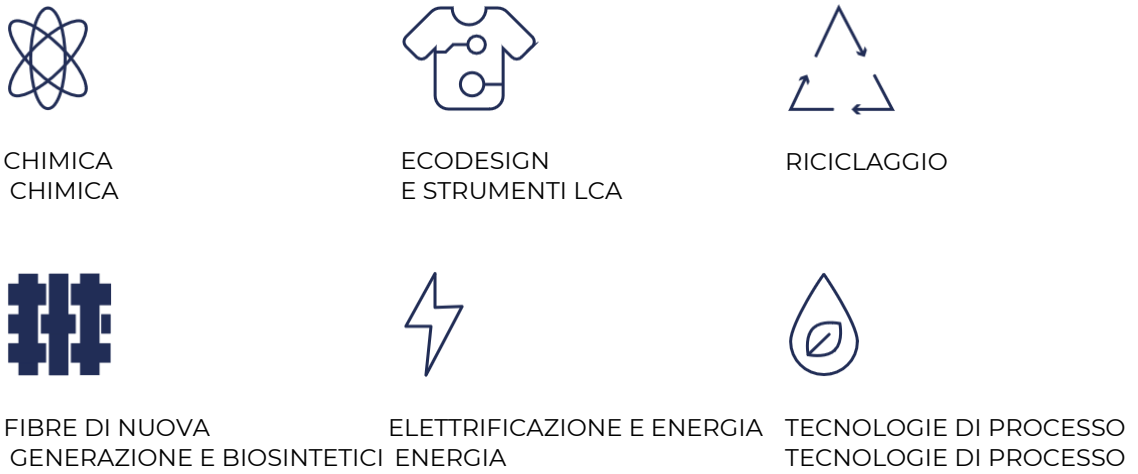


Figura 4 *Innovazione di processo per la sostenibilità: criteri ambientali e fasi del ciclo di vita*

Lo sviluppo di nuove attrezzature e macchinari è essenziale per l'implementazione di questi processi innovativi. L'Europa sta concentrando i propri sforzi sul ripristino della propria capacità di produrre macchinari tessili efficienti che riducano il consumo di acqua ed energia, integrando al contempo molteplici tecnologie per promuovere la sostenibilità. Anche la biotecnologia svolge un ruolo chiave nella produzione di sostanze chimiche e materie prime sostenibili, affrontando vincoli quali l'uso del suolo e la concorrenza con l'industria alimentare.

Incorporando i principi dell'ecodesign e gli strumenti di Valutazione del Ciclo di Vita (LCA), è possibile convalidare la sostenibilità di queste innovazioni, garantendo contributi positivi alle fasi di fine vita e di riciclaggio dei prodotti tessili. L'uso di energie rinnovabili e di tecnologie efficienti dal punto di vista delle risorse migliorerà ulteriormente le prestazioni ambientali dei processi tessili.

Partnership collaborative di ricerca e sviluppo

I partenariati collaborativi di ricerca e sviluppo (R&S) sono fondamentali per promuovere l'innovazione e raggiungere la sostenibilità nell'industria tessile. Questi partenariati dovrebbero essere olistici e circolari, coinvolgendo non solo il mondo accademico e i centri tecnologici, ma anche partner locali, comuni, fabbriche, innovatori, utenti finali e operatori del riciclaggio. Coinvolgendo tutte le parti interessate, è possibile affrontare efficacemente le sfide, accelerare l'immissione sul mercato delle innovazioni e aumentare i livelli di maturità tecnologica (TRL) dei nuovi sviluppi.

Una catena del valore tessile circolare si basa sulla collaborazione attiva di tutte le parti interessate per garantire che i materiali e i prodotti vengano riutilizzati, riciclati e mantenuti in circolazione il più a lungo possibile. Questo approccio riduce al minimo gli sprechi e l'impatto ambientale, promuovendo al contempo la sostenibilità. Le partnership collaborative sono quindi essenziali per costruire una catena del valore tessile circolare, riunendo competenze e risorse diverse per sviluppare e implementare pratiche sostenibili (Figura 5).

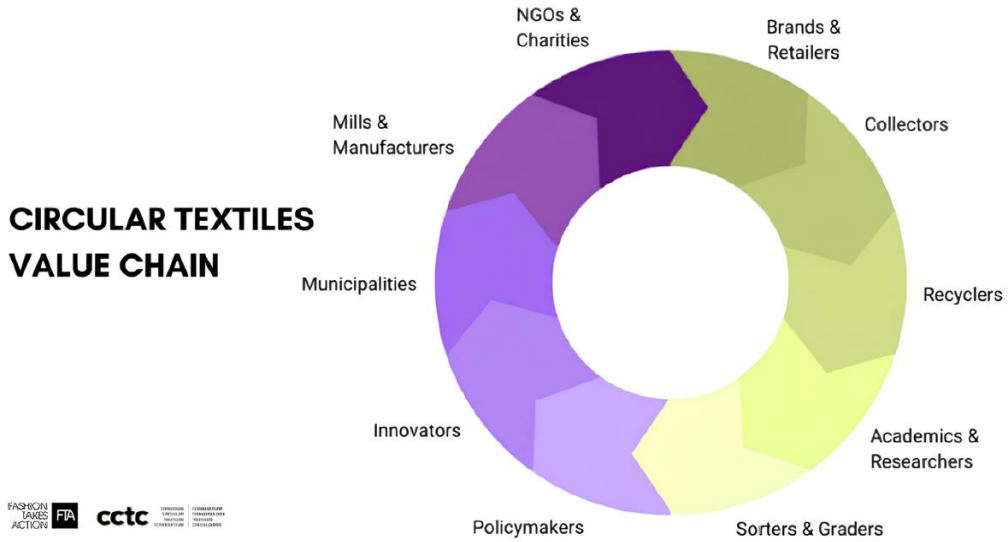


Figura 5 *Catena del valore tessile circolare. Fonte: https://www.fashiontakesaction.com/*

I livelli di maturità tecnologica (TRL) costituiscono un quadro di riferimento per valutare la maturità delle tecnologie nelle fasi di ricerca, sviluppo e implementazione (Figura 6). La scala TRL va da 1 a 9, dove 1 rappresenta la fase iniziale della ricerca concettuale e 9 indica la piena maturità commerciale. Far progredire una tecnologia lungo la scala TRL richiede la collaborazione tra diversi soggetti interessati per portare le innovazioni dalla ricerca di base a soluzioni pronte per il mercato. Tali sforzi collaborativi sono fondamentali per superare la "valle della morte", una fase in cui molte tecnologie promettenti non riescono ad andare oltre la fase di sviluppo.

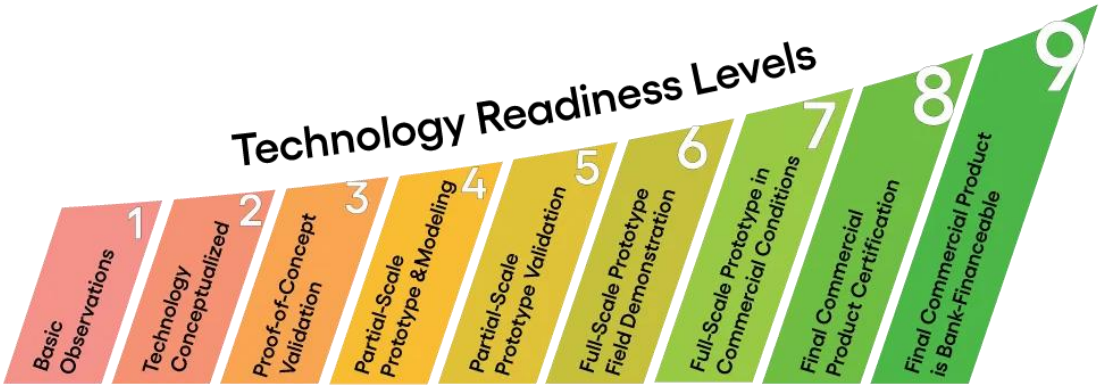


Figura 6 *Livelli di maturità tecnologica (TRL). Fonte: https://windharvest.com/blog/2022/07/29/technology-readiness-levels-the-path-to-commercialization/*

Il rapporto tra i livelli di maturità tecnologica (TRL) e l'investimento di risorse è fondamentale per il successo dell'innovazione (Figura 7). Man mano che le tecnologie avanzano attraverso le fasi del TRL, le risorse e l'impegno richiesti aumentano di conseguenza. Le partnership collaborative sono essenziali per garantire il sostegno e gli investimenti necessari a far progredire le tecnologie dal TRL 4 al TRL 7, una fase in cui molti progetti incontrano sfide significative. Coinvolgendo istituti tecnologici, aziende e altre parti interessate, le innovazioni hanno maggiori possibilità di ricevere la guida, le competenze e i finanziamenti necessari per raggiungere il mercato.

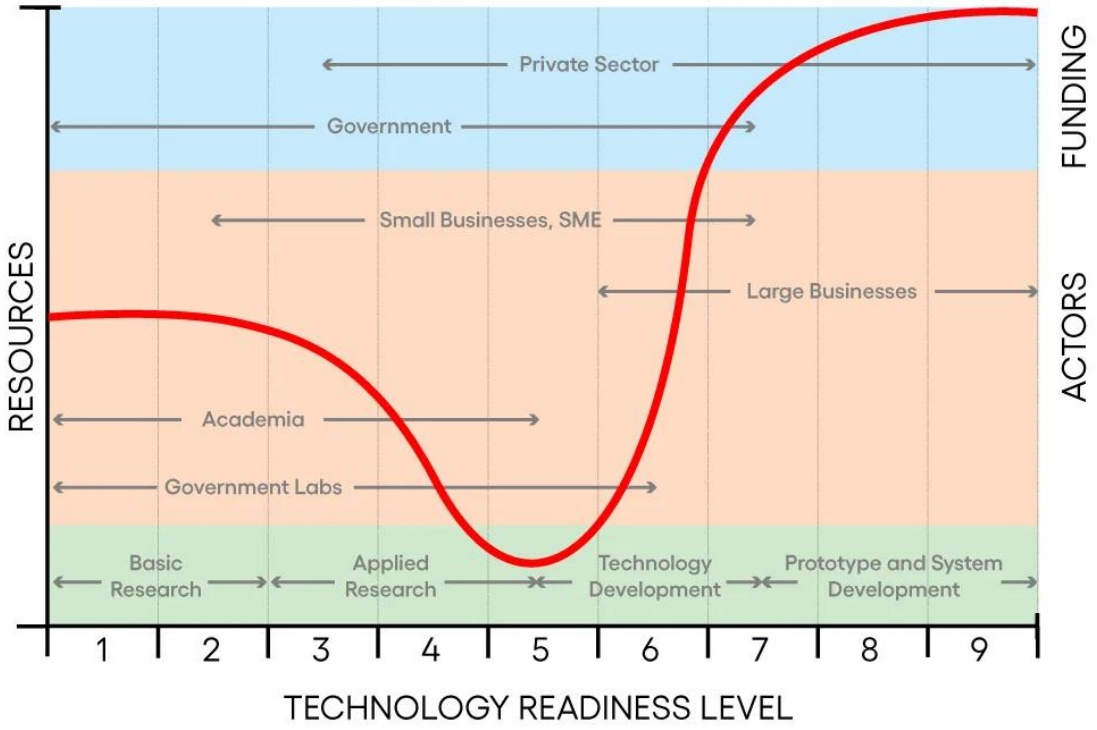


Figura 7 *Livelli di maturità tecnologica (TRL) rispetto alle risorse. Fonte: https://windharvest.com/blog/2022/07/29/technology-readiness-levels-the-path-to-commercialization/*

I partenariati collaborativi di ricerca e sviluppo sottolineano inoltre l'importanza di coinvolgere gli utenti finali e gli operatori del riciclaggio. Queste parti interessate forniscono spunti fondamentali sulle applicazioni pratiche e sulle considerazioni relative al fine vita delle nuove tecnologie. Incorporando il loro feedback, è possibile sviluppare soluzioni che non siano solo innovative, ma anche pratiche e sostenibili. Questo approccio globale garantisce che venga preso in considerazione l'intero ciclo di vita di un prodotto, dallo sviluppo iniziale allo smaltimento finale o al riciclaggio.

In sintesi, le partnership collaborative di ricerca e sviluppo sono essenziali per promuovere la sostenibilità nell'industria tessile. Riunendo una vasta gamma di parti interessate, è possibile affrontare efficacemente le complesse sfide dello sviluppo sostenibile, consentendo alle innovazioni di passare dal laboratorio al mercato. Questo approccio olistico garantisce che le nuove tecnologie siano sostenibili dal punto di vista ambientale, economicamente fattibili e socialmente responsabili.

Espansione su larga scala Soluzioni sostenibili

L'ampliamento delle soluzioni sostenibili nell'industria tessile comporta la trasformazione di idee innovative e progetti su piccola scala in prodotti su larga scala pronti per il mercato. Questo processo richiede un approccio globale, che affronti ogni fase della catena del valore tessile, dalla produzione delle fibre al riciclaggio. Promuovendo l'innovazione in ogni fase, è possibile creare una catena del valore tessile circolare che riduca al minimo gli sprechi e massimizzi l'efficienza delle risorse.

TITOLO	TIPO	NUMERO	ENTITÀ COINVOLTE	TIPO DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO	PROGETTO
Filato di sughero, metodi di produzione e impieghi	Brevetto internazionale (in attesa di registrazione)	WO/2017/130170	Têxteis Penedo, Sedacor, CITEVE, UP	Concessione di licenze (royalties)	CORK-A-TEX
Materiale termoindurente, metodi e relativi impieghi	Brevetto internazionale (in attesa di registrazione)	WO/2022/144458	TMG, CITEVE, CeNTI, INEGI	Concessione di licenze (royalties)	TexBoost PPS3 AN1
Materiale flessibile, relativo metodo di produzione e impieghi	Brevetto internazionale (in attesa di registrazione)	WO/2019/111230	Tintex, Têxteis Penedo, Sedacor, CITEVE, CeNTI, CTIC	Vendita della proprietà intellettuale	TexBoost PPS5 AN1
Dispositivo per il fissaggio di un componente di illuminazione su una struttura tessile, metodo di funzionamento e relativi impieghi	Brevetto internazionale (in attesa di registrazione)	WO/2021/034209	Têxteis Penedo, CITEVE, CeNTI	Concessione di licenze (royalties)	LEDinTEX

Filatura

Un esempio di diffusione su larga scala di soluzioni sostenibili è un innovativo processo di filatura sviluppato per rivestire il filato con residui quali sughero o legno, noto come CORK-A-TEX. Il progetto è partito inizialmente da un basso livello di maturità tecnologica (TRL), concentrandosi sullo sviluppo di prototipi e impianti pilota in grado di produrre piccole quantità di filato rivestito. Grazie alla collaborazione con un'azienda tessile, un'azienda produttrice di sughero e l'Università di Porto, il progetto è avanzato fino al livello di maturità tecnologica (TRL) 7. Questo successo ha portato successivamente alla costituzione di una nuova società dedicata alla produzione di questi filati rivestiti per vari mercati, tra cui quello dei tessuti per la casa e quello dei tessuti per il settore automobilistico.

Tessitura e maglieria

Un altro esempio riguarda la produzione di tessuti ad alte prestazioni utilizzando fibre di carbonio nell'ambito di TexBoost. Questi tessuti sono progettati per l'assorbimento degli urti e per applicazioni composite. Il progetto ha richiesto l'adattamento di attrezzature su piccola scala per la lavorazione delle fibre a base di carbonio, che presentano sfide quali la creazione di atmosfere esplosive. Superando queste sfide, il progetto è riuscito a produrre questi tessuti su scala industriale.

Tintura e finitura

Un esempio di ampliamento su scala industriale di soluzioni sostenibili è un innovativo processo di filatura sviluppato per rivestire il filato con residui quali sughero o legno, noto come CORK-A-TEX. Il progetto è partito inizialmente da un basso livello di maturità tecnologica (TRL), concentrandosi sullo sviluppo di prototipi e attrezzature pilota in grado di produrre piccole quantità di filati rivestiti. Grazie alla collaborazione con un'azienda tessile, un'azienda produttrice di sughero e l'Università di Porto, il progetto è avanzato fino al livello di maturità tecnologica (TRL) 7. Questo successo ha portato successivamente alla costituzione di una nuova società dedicata alla produzione di questi filati rivestiti per vari mercati, tra cui quello dei tessuti per la casa e quello dei tessuti per il settore automobilistico.

Produzione dei prodotti

Infine, l'integrazione di componenti elettronici intelligenti nei tessuti rappresenta una sfida significativa a causa dei costi elevati e della mancanza di attrezzature per la produzione industriale. Un progetto ha cercato di incorporare LED nei tessuti per applicazioni di illuminazione e comfort. Inizialmente, l'integrazione veniva eseguita manualmente, il che non era praticabile per la produzione su larga scala. Per superare questo ostacolo, il progetto ha sviluppato un sistema automatizzato che utilizza un braccio robotico e un sistema di visione artificiale per posizionare con precisione i LED all'interno dei tessuti. Questo progresso ha migliorato sia l'efficienza che la fattibilità della produzione di dispositivi indossabili intelligenti e tessuti elettronici.

Casi di studio e buone pratiche

L'obiettivo di questa sezione è offrire a ciascuna regione l'opportunità di presentare casi di studio e buone pratiche in linea con i propri obiettivi e bisogni specifici. Condividendo questi esempi, i formatori possono illustrare l'applicazione pratica delle informazioni presentate.

BE@T - BIOECONOMIA NEL SETTORE TESSILE

Il progetto be@t, finanziato dal Piano portoghese per la ripresa e la resilienza (PRR), è un'iniziativa completa volta a promuovere lo sviluppo sostenibile nel settore tessile. Avviato nel 2022 e con conclusione prevista nel 2026, il progetto integra molteplici dimensioni della sostenibilità, tra cui i biomateriali, i processi di produzione e il coinvolgimento dei consumatori.

Il progetto be@t adotta un approccio olistico, riconoscendo che lo sviluppo sostenibile richiede attenzione a tutti gli aspetti della catena del valore (Figura 8). Ciò comprende non solo considerazioni tecniche e ambientali, ma anche dimensioni sociali e relative ai consumatori.

Un punto chiave del progetto be@t è lo sviluppo di materie prime rinnovabili. Ciò comporta l'approvvigionamento di materiali provenienti da scarti agroindustriali, foreste certificate e ambienti marini. Ad esempio, il progetto esplora l'uso di fibre a base di cellulosa come alternative alle fibre sintetiche quali il poliestere. Vengono inoltre impiegati approcci biotecnologici per produrre poliesteri a base biologica tramite processi di fermentazione, parallelamente allo sviluppo di altre fibre sostenibili.

I principi di eco-progettazione sono fondamentali per il progetto be@t, in quanto garantiscono che i prodotti siano progettati per essere riciclabili o biodegradabili al termine del loro ciclo di vita. L'iniziativa privilegia materiali che possano essere compostati o riciclati senza causare danni ambientali, sostenendo la sostituzione dei materiali sintetici e di origine fossile con alternative sostenibili.

Per garantire la credibilità delle dichiarazioni ecologiche, il progetto integra rigorosi sistemi di validazione e metriche, valutando i benefici ambientali ed economici dei nuovi materiali e processi. Fornendo prove dimostrabili di sostenibilità, be@t mira a rafforzare la fiducia e la trasparenza all'interno dell'industria tessile.

Il riciclaggio è un'altra componente fondamentale. Il progetto mira ad aumentare l'uso di materiali riciclati nei prodotti tessili, riducendo la dipendenza dalle fibre vergini di origine fossile. Attraverso sistemi di tracciabilità, be@t garantisce che tutte le dichiarazioni di sostenibilità siano verificate e trasparenti.

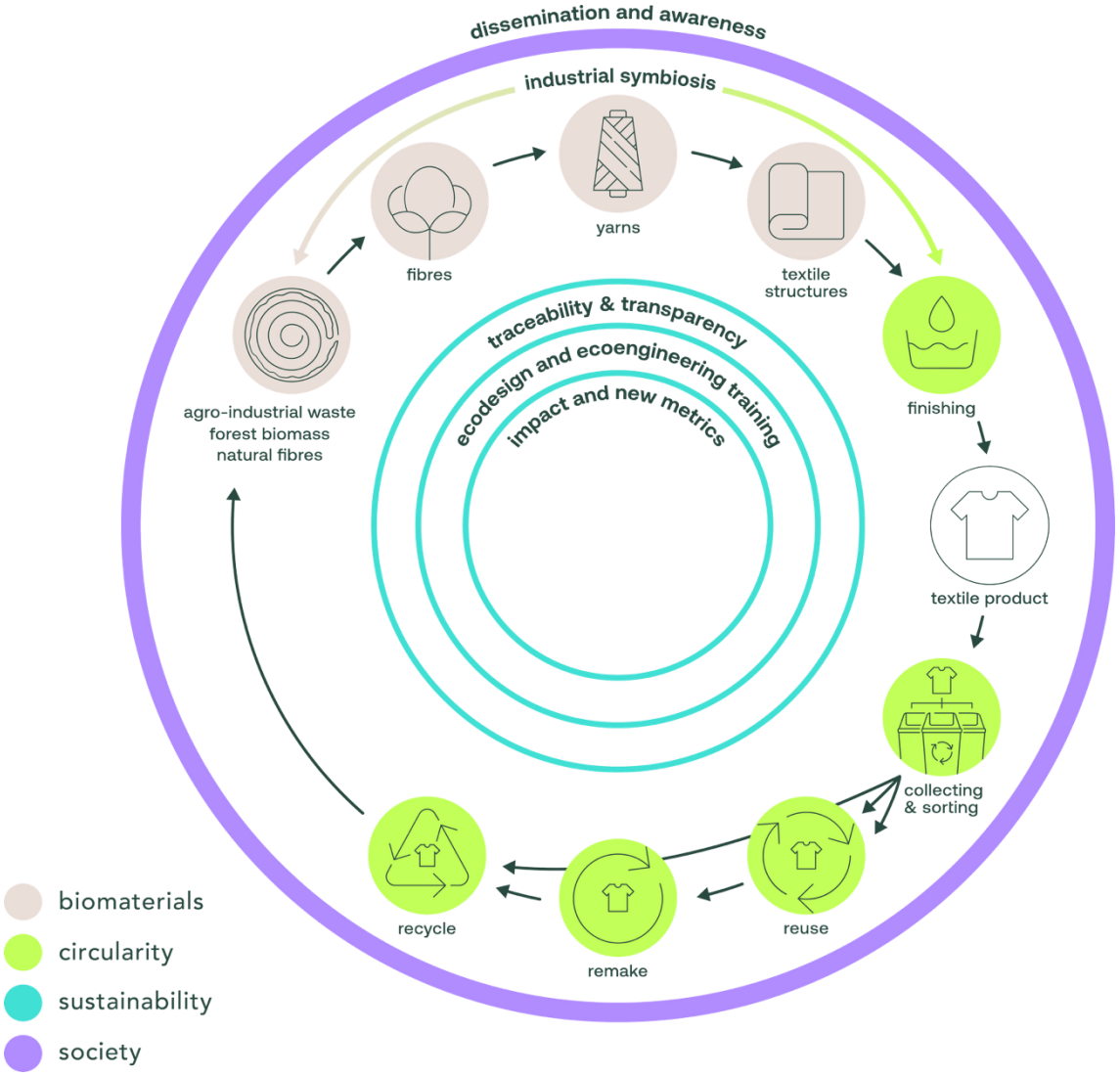


Figura 8 *Infografica del progetto be@t*

RISULTATI CHIAVE	**MIGLIORI PRATICHE**
Sviluppo di materie prime rinnovabili innovative – quali fibre a base di cellulosa, fibre da residui agroindustriali, biopolimeri di origine marina e poliesteri a base biologica – che offrono valide alternative alle fibre di origine fossile	Attuazione di uno sviluppo dei materiali basato sulla scienza, utilizzando la biotecnologia, l'approvvigionamento certificato e i principi di progettazione a ciclo chiuso per garantire che le nuove fibre siano riciclabili, biodegradabili e in linea con gli obiettivi della bioeconomia circolare
Promuovere processi di produzione circolari e a basso impatto, tra cui metodologie di eco-progettazione, trattamenti enzimatici, ottimizzazione dei processi e tecnologie che consentono il riciclaggio da fibra a fibra	Adottare protocolli di eco-progettazione e ingegneria circolare sin dalle prime fasi della ricerca e sviluppo per ridurre al minimo il consumo di risorse, diminuire l'uso di sostanze chimiche e garantire la scalabilità in tutti i processi tessili industriali
Sviluppo di quadri integrati di circolarità supportati da strumenti di tracciabilità – quali i Passaporti Digitali di Prodotto – che consentono l'uso di materiali riciclati e percorsi trasparenti di fine vita	Utilizzare sistemi di tracciabilità e verifica affidabili per garantire la credibilità delle dichiarazioni di sostenibilità e sostenere nuovi modelli di business circolari basati su riparazione, riutilizzo, riciclaggio e ricircolo dei materiali
Rafforzamento della consapevolezza dei consumatori e delle parti interessate attraverso campagne, workshop e iniziative di comunicazione che promuovono il consumo responsabile, le pratiche di riparazione e il riconoscimento dei "Tessuti Responsabili dal Portogallo"	Combina le prove scientifiche con la comunicazione multicanale per educare i consumatori, coinvolgere le comunità e favorire un cambiamento comportamentale a sostegno di pratiche sostenibili e circolari lungo tutta la catena del valore

Sito web: https://bioeconomy-at-textiles.com/

Conclusioni

Alcuni dei punti chiave del Workshop 7 – Ricerca, Sviluppo e Innovazione (R&S+I) per lo sviluppo sostenibile:

— La ricerca e lo sviluppo (R&S) sono essenziali per promuovere la sostenibilità attraverso lo sviluppo di nuove tecnologie, materiali e processi che riducano l'impatto ambientale e migliorino l'efficienza delle risorse. Questo impegno è alla base del progresso degli obiettivi di sostenibilità e garantisce la redditività a lungo termine dell'industria tessile.

— L'industria tessile europea si trova ad affrontare un panorama normativo complesso, con 16 regolamenti chiave attualmente all'esame. Questi si concentrano sulle restrizioni relative alle sostanze chimiche e sulla gestione dei rifiuti e sono fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi del Green Deal europeo entro il 2030, promuovendo un settore tessile sostenibile e circolare.

— L'Agenda strategica di ricerca rivista della Piattaforma tessile europea identifica le aree prioritarie per l'innovazione, tra cui i materiali sostenibili, le catene di approvvigionamento digitali e la produzione avanzata. Questi ambiti sono fondamentali per promuovere l'innovazione e soddisfare gli obiettivi di sostenibilità definiti dal Green Deal europeo.

— I partenariati collaborativi di ricerca e sviluppo che coinvolgono il mondo accademico, i centri tecnologici, i partner locali e gli utenti finali sono fondamentali per far progredire l'innovazione e aumentare i livelli di maturità tecnologica (TRL). Il coinvolgimento di tutte le parti interessate garantisce che le nuove tecnologie siano sostenibili dal punto di vista ambientale, economicamente fattibili e socialmente responsabili.

— Per diffondere su larga scala soluzioni sostenibili è necessario trasformare concetti innovativi in prodotti pronti per il mercato attraverso un approccio globale che abbracci l'intera catena del valore tessile, dalla produzione delle fibre al riciclaggio. La tutela della proprietà intellettuale durante questo processo è essenziale per consentire alle aziende di recuperare gli investimenti e continuare a innovare.

Prevenire e ridurre la montagna di rifiuti tessili nell'area MED

Panoramica del progetto

Il progetto VERDEinMED è un'iniziativa finanziata dal programma Interreg Euro-MED volta a promuovere l'economia circolare nel settore tessile. VERDEinMED è un progetto tematico che fornirà un servizio di supporto per potenziare la circolarità nella catena del valore tessile a beneficio di imprese, consumatori, responsabili politici e mondo accademico.

Il progetto fa parte della missione «Economia sostenibile e innovativa» del programma Euro-MED, che mira a favorire la cooperazione tra i paesi del Mediterraneo per promuovere modelli di business più intelligenti e più sostenibili.

Il progetto VERDEinMED riunisce 10 partner e 15 enti associati provenienti da Grecia, Spagna, Portogallo, Italia, Slovenia, Macedonia del Nord, Bulgaria, Tunisia, Turchia, Belgio e Libano

verdeinmed@verdeinmed.eu

@verdeinmed

<u>Data di inizio-fine</u>

01/01/2024-30/09/2026

<u>Tipo di progetto</u>

Progetto tematico

<u>Programma</u>

Interreg Euro-MED

<u>Finanziamento</u>

2.970.502,00 €

<u>Coordinatore</u>

Chrysovalantis Ketikidis, Centro per la Ricerca e la Tecnologia-Hellas, Grecia

<u>Consorzio</u>

-CERTH – Centro per la Ricerca e la Tecnologia, Grecia
-Associazione bulgara della moda
-CITEVE
-Confindustria
-Consorci de la Ribera
-Corporazione Tecnologica dell'Andalusia.

AcqNotes. (2023). Livello di maturità tecnologica (TRL) – Panoramica. Estratto da https://acqnotes.com/acqnote/tasks/technology-readiness-level

Alves, L., Sá, M., Cruz, E. F., Alves, T., Alves, M., Oliveira, J., ... & Rosado da Cruz, A. M. (2023).

Una piattaforma di tracciabilità per il monitoraggio della sostenibilità ambientale e sociale nella catena del valore tessile e dell'abbigliamento: Verso un passaporto digitale per i tessuti e l'abbigliamento. Sustainability, 16(1), 82.

BIOFABRICATE. (2020). Comprendere le tecnologie dei biomateriali.

Carvalho, C., Silva, C. J., & Abreu, M. J. (2025).

Economia circolare: rassegna della letteratura sull'implementazione del Passaporto Digitale del Prodotto (DPP) nell'industria tessile. Sustainability, 17(5), 1802. https://doi.org/10.3390/su17051802

CITEVE. (s.d.). LEDinTEX. Estratto da https://fe.citeve.pt/artigo/LEDinTEX

CITEVE. (voce fornita, senza data esplicita)

Farhana, K., Kadirgama, K., Mahamude, A. S. F., & Mica, M. T. (2022). Consumo energetico, impatto ambientale e implementazione delle risorse energetiche rinnovabili nelle industrie tessili globali: una panoramica verso la circolarità e la sostenibilità. Materials Circular Economy, 4(15). Estratto da https://link.springer.com/article/10.1007/s42824-022-00059-1

Cork-A-Tex. (s.d.). Cork-A-Tex. Estratto da https://www.cork-a-tex.com/pt-pt/

Fondazione Ellen MacArthur. (2021). Una nuova economia tessile.

Commissione europea. (2022). Strategia dell'UE per i tessili sostenibili e circolari. Estratto da https://cms.extranet.textile-platform.eu/uploads/Final_Draft_SRIA_90cfe269e8.pdf

Commissione europea. (2024). Normative dell'UE specifiche per paese in materia di moda e tessili nel 2024. Sustainable Brand Platform. Estratto da https://www.sustainablebrandplatform.com/articles/eu-country-specific-fashion-texile-regulations-2024

Portale NCP di Horizon Europe. (2022). Note guida all'uso dello strumento di autovalutazione TRL. Estratto da https://horizoneuropencpportal.eu/sites/default/files/2022-12/trl-assessment-tool-guide-final.pdf

Infinita Biotech. (2023). Biotecnologia nel settore tessile: all'avanguardia nella moda sostenibile. Estratto da https://infinitabiotech.com/blog/role-of-biotechnology-in-the-textile-manufacturing/

Lüttin, L. (2024). Panoramica completa della strategia e delle normative dell'UE in materia tessile. Carbonfact. Estratto da https://www.carbonfact.com/blog/policy/eu-regulations-for-textile-brands

One Valley. (2023). Il riassunto su TRL, MRL e ARL. Estratto da https://www.theonevalley.com/post/the-tldr-on-trl-mrl-and-arl

Renoon. (2024). Moda sostenibile: come la valutazione del ciclo di vita sta ridefinendo l'industria tessile. Estratto da https://www.renoon.com/blog/sustainable-fashion-how-life-cycle-assessment-is-reshaping-the-textile-industry

Suntech. (2023). Innovazione nei macchinari tessili per una produzione sostenibile. Estratto da https://www.suntech-machine.com/news/innovating-textile-machinery-for-sustainable-manufacturing-878.html

Textile ETP. (2024). Agenda strategica di ricerca e innovazione per il partenariato europeo “Textiles of the Future”. Textile-Platform. Estratto da https://www.textile-platform.eu/news/textile-etp-unveils-the-strategic-research-and-innovation-agenda-for-textiles-of-the-future-european-partnership

Textile Exchange. (2023). Rapporto sul mercato delle fibre e dei materiali preferiti.

Textile Learner. (2021). Metodi di tintura sostenibili nell’industria tessile. Estratto da https://textilelearner.net/sustainable-dyeing-methods/

TexBoost. (s.d.). TexBoost. Estratto da https://www.texboost.pt/

Programma delle Nazioni Unite per l’Ambiente. (2023).

Sostenibilità e circolarità nella catena del valore tessile – Una tabella di marcia globale. Estratto da https://www.unep.org/resources/publication/sustainability-and-circularity-textile-value-chain-global-roadmap



R&S+I PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Manuale per i formatori

VERDEinMED | Interreg Euro-MED | Co-funded by the European Union