

Tesi di Laurea Magistrale in Design Sistemico Anno Accademico 2019/2020

Nuovi materiali e design sostenibile per l'abbigliamento outdoor: proposta di un softshell per lo scialpinismo.

Prof.ssa Francesca Dotti	Stamperia Alicese Srl	
Supervisore:	In collaborazione con:	
Prof.ssa Ada Ferri		
Relatrice:		
Aila Lombardi		
Candidata:		

Abstract

La seguente tesi si divide in due parti, la prima di ricerca e analisi e la seconda di sviluppo del concept. La ricerca affronta il tema più generale dell'abbigliamento sportivo per l'outdoor, toccando materiali, caratteristiche e prestazioni per i vari sport all'aperto; successivamente viene affrontato più nel dettaglio il tema della sostenibilità nell'industria moda e dei materiali tessili, con considerazioni alle nuove ricerche e tecnologie del settore. Dopo un'analisi più specifica dello scenario sostenibile che i marchi dell'abbigliamento sportivo outdoor offrono, viene avviato uno studio più dettagliato sulla disciplina sportiva dello scialpinismo. La tesi si conclude con la formulazione del concept e delle linee guida, con la collaborazione e il supporto dell'azienda Stamperia Alicese di Cavaglià, BI. La proposta finale è un softshell polivalente per lo scialpinismo.

Indice

Premessa	(
1. L'abbigliamento sportivo	1.
1.1 Introduzione	12
1.2 Sport e Ruolo dell'abbigliamento sportivo nel mercato mondiale della mo	oda 16
1.3 Fibre tessili per lo sport	22
1.3.1 Classificazione delle fibre tessili	22
1.3.2 Il ruolo dell'abbigliamento durante l'attività sportiva	2.
1.3.3 Fibre principalmente usate nell'abbigliamento sportivo	28
1.3.4 Le strutture tessili	3.
1.3.5 Finiture speciali	32
1.4 Requisiti dell'abbigliamento sportivo attivo	34
1.4.1 Proprietà tecniche	3.5
1.4.2 Gestione dell'umidità	3.5
1.4.3 Comfort	3
1.5 Abbigliamento per gli sport invernali: caratteristiche e prestazioni	38
1.5.1 Requisiti di abbigliamento in condizioni invernali in montagna	38
1.5.2 Gli strati dell'abbigliamento da sci	4
1.5.3 Sicurezza e protezione	42
2. La moda sostenibile	4.
2.1 Scenario attuale	40
2.2 Una nuova economia tessile	54
2.2.1 Ridurre le sostanze chimiche nella filiera	5
2.2.2 Passare all'agricoltura rigenerativa	6.
2.2.3 Ridurre il rilascio di microfibre	6.
2.2.4 Aumentare la vita degli abiti	
e diminuire la produzione intensiva di nuovi capi	62
2.2.5 Riciclaggio degli abiti e materiali riciclati	64
2.2.6 Passaggio alle risorse rinnovabili	74
3. Sostenibilità nell'abbigliamento sportivo	79
3.1 Materiali sostenibili	80
3.1.1 Fibre naturali e rigenerate	82
3.1.2 Fibre sintetiche	86
3.2 Tessuti e finiture impermeabili	91

3.3 Re	quisiti di sostenibilità nell'abbigliamento sportivo	92
3.4 Gr	uppi e associazioni	102
	3.4.1 Gruppi outdoor	102
	3.4.2 Strumenti di valutazione ambientale	103
3.5 Ca	si studio	106
4. Scialpinisn	no e abbigliamento sportivo	111
4.1 De	efinizione e descrizione dello scialpinismo	112
	4.1.1 Scala delle difficoltà	113
	4.1.2 Cenni di storia	114
4.2 Ab	bigliamento a strati	118
	4.2.1 Isolamento termico	118
	4.2.2 Abbigliamento protettivo	119
	4.2.3 Le origini del sistema di stratificazione	123
	4.2.4 Ingegnerizzazione dell'abbigliamento	124
	4.2.5 Nuove tecnologie di giunzione	124
	4.2.6 Alcuni esempi di tessuti tecnici	125
4.3 Inc	dagine sull'utenza	126
4.4 Mo	odello Personas	140
	4.4.1 Metodo di indagine	140
	4.4.2 Personas a confronto e nuove opportunità	148
5. Sviluppi progettuali		151
5.1 Te	rmoregolazione corporea: partire dalle esigenze	152
	5.1.1 Termoregolazione e abbigliamento	155
5.2 Cc	ncept	158
	5.2.1 Ambiti di intervento	158
	5.2.2 Definizione del concept	159
	5.2.3 Sviluppo del progetto	160
5.3 Nu	uove tecnologie	162
	5.3.1 Materiali a cambiamento di fase per i tessuti	163
	5.3.2 La tecnologia Outlast	168
5.4 Sc	stenibilità dei materiali	170
5.5 Cc	pinvolgimento dei produttori	
nella	definizione del progetto: l'azienda	171
	5.5.1 Stamperia Alicese	171
5.6 Sk	etch	172
	5.6.1 Scelta dei materiali	176

6. Test in laboratorio	179
6.1 Materiali	180
6.2 Permeabilità all'aria dei tessuti	194
6.2.1 Procedimento	194
6.2.2 Risultati	195
6.3 Moisture Management Test	198
6.3.1 Procedimento	198
6.3.2 Risultati	200
6.4 Valutazione della dispersione planare del calore	230
6.4.1 Procedimento	230
6.4.2 Risultati	232
6.4.3 Confronto	236
6.4.4 Conclusioni	239
7. Prototipo	241
7.1 Foto e descrizione	242
7.2 Design del logotipo	246
Conclusioni	251
Bibliografia	252
Sitografia	256

Premessa

La tesi di ricerca e lo sviluppo del progetto sono il frutto di un lungo lavoro di analisi e confronto sul tema dei materiali e dell'approccio metodologico del design a un nuovo ambito. L'idea della tesi nasce da due grandi passioni: la moda e lo sport. Le capacità e le competenze apprese lungo il percorso di studi in design sistemico hanno permesso di applicare la metodologia della progettazione sistemica, al settore dei materiali tecnici, coinvolgendo, lungo il percorso di ricerca e analisi, rappresentanti di discipline a prima vista lontane dal design, ma che hanno permesso di scoprire potenzialità inespresse. E' ciò che si potrebbe chiamare contaminazione delle discipline: un processo creativo tanto imprevedibile che complesso, che permette di ampliare le conoscenze del designer, sperimentando nuovi approcci al progetto.

Lo studio dei materiali tecnici, la volontà di informarsi e il coraggio di mettersi in gioco, sono stati tutti fattori indispensabili per la riuscita della tesi e la proposta di un concept differente, che porta con se gli indizi di un'analisi svolta con sapienza e consapevolezza.

Al di là dei moltissimi limiti di questa tesi e del concept annesso, il lavoro è il prodotto di un'interessante evoluzione della metodologia di design sistemico, in cui il concept finale e il prototipo, sono la prova che la ricerca di scenario e l'analisi olistica sono stati svolti attraverso vari punti di vista. In questo caso il tema della sostenibilità e dei nuovi materiali sono stati portati avanti parallelamente al fine di fornire un quadro esaustivo di entrambe le parti e quindi trovare una "conciliazione" tra due punti di vista spesso in contrasto.

Con il seguente lavoro svolto si vuole sostenere che sostenibilità e ricerca scientifica sono e devono procedere di pari passo: le nuove tecnologie sono sempre più improntate per sostenere e favorire gli ecosistemi naturali. Tecnologia non è sinonimo di sfruttamento, ma di sviluppo qualitativo, con il quale è possibile applicare una nuova economia circolare, che produce benessere, in cui il design si occupa di progettare per una realtà sostenibile, per l'ambiente, per la società e per l'economia.



1. L'abbigliamento sportivo

1.1 Introduzione

L'innovazione dei materiali e le nuove tecnologie negli ultimi anni hanno investito anche l'abbigliamento e il tessile. L'aumento della richiesta da parte degli utenti è tale da dover porre l'attenzione sui futuri sviluppi e tendenze, soprattutto nel settore sportivo, dove le nuove tecnologie sui materiali trovano un effettivo ed immediato sviluppo.

Secondo il rapporto di Euromonitor del 2018, le dimensioni del mercato mondiale dell'abbigliamento sportivo sono state stimate a 239,78 miliardi di dollari nel 2018 e si prevede che registreranno un aumento del 10,4% dal 2019 al 2025. La consapevolezza circa lo sviluppo di uno stile di vita sano e i benefici per la salute delle attività di fitness, come nuoto, yoga, la corsa e l'aerobica hanno visto un grande aumento negli ultimi decenni, dettando l'andamento di mercato.

Inoltre, i crescenti casi di problemi di salute legati al lavoro, come lo stress e l'obesità, stanno spingendo sempre più persone a seguire qualsiasi attività sportiva e di fitness, il che aumenta ulteriormente la domanda di abbigliamento sportivo alla moda e confortevole.

L'aumento dei livelli di reddito disponibile, il miglioramento del tenore di vita e i bassi costi di produzione sono i fattori principali che accelerano la crescita del mercato in paesi come India e Cina, trainanti in questa grande crescita di richiesta. Inoltre, l'India ha una buona quota nell'industria tessile, che probabilmente promuoverà lo sviluppo del mercato (Grand View Research, 2019).

I produttori di questi materiali sono spesso all'avanguardia delle tecnologie di produzione tessile e utilizzano i più recenti progressi nei materiali ad alte prestazioni e funzionali per soddisfare i vari tipi di richieste dei consumatori e del mercato. Il settore dell'abbigliamento sportivo e degli articoli sportivi non ha solo visto la diversificazione del mercato per i suoi materiali, ma ha anche contribuito a elevare la scienza e la tecnologia tessile a un livello che si avvicina a quello di altri tessuti che presentano nuove tecnologie per l'abbigliamento, come l'abbigliamento militare o da lavoro.

L'abbigliamento sportivo outdoor è principalmente indossato durante attività motorie e avventurose come escursionismo, campeggio, alpinismo, ciclismo, canoa , kayak, rafting, arrampicata su roccia, corsa, vela, sci, scialpinismo, sky diving, surf e molti altri sport ibridi. Questi abiti sono appositamente progettati per offrire comfort e agilità al consumatore durante lo svolgimento delle attività. Il mercato di tale settore, è in grande aumento, grazie alla più impellente richiesta di utenti nello svolgere attività sportive all'aperto, soprattutto in ambienti che si possono considerare ostili, come la montagna. Per questo, l'abbigliamento outdoor deve essere progettato per affrontare al meglio ogni situazione, garantendo prestazioni e comfort. La sfida è sempre aperta, dal momento che sempre nuove richieste arrivano dal mercato e dagli atleti, che sfruttano l'occasione anche per sperimentare nuove attività crossover e che, quindi, necessitano di materiali e caratteristiche sempre più specifici.

Nuovi sviluppi tecnologici, mercati di nicchia più frammentati e aspettative dei clienti sempre più esigenti sono solo alcuni dei fattori che guidano inesorabilmente questo settore industriale. Per prosperare in questo ambiente, le aziende stanno implementando pratiche di sviluppo di prodotti

radicalmente nuove. Il volume del mercato globale dell'abbigliamento sportivo varia a seconda del tipo di applicazioni per l'uso finale. Esistono prodotti di alto valore con volumi di produzione bassi e prezzi molto alti, e questi sono prodotti molto specializzati in cui prestazioni, qualità e design, e non prezzo, sembrano essere i fattori determinanti.

Già da diversi anni, c'è stata una forte tendenza verso la combinazione di multifunzionalità di materiali e moda in molti articoli di abbigliamento sportivo e abbigliamento per il tempo libero. Il risultato è stato l'emergere di diversi tipi di tessuti high-tech e design di capi con alcune straordinarie proprietà prestazionali, tra cui impermeabilizzazione traspirante per attività all'aperto e resistenza agli strappi e alle abrasioni. Con l'avvento di tessuti intelligenti, design funzionale e tecniche di produzione innovative, l'abbigliamento sportivo attivo di oggi è diventato un prodotto davvero ingegnerizzato progettato per soddisfare le esigenze dei consumatori di leggerezza, morbidezza, protezione da infortuni, termoregolatori, elasticità, antimicrobici, resistenza, estetica e così via.

I dati riportati confermano la sintesi del report, mostrando un andamento del tutto positivo di vendita di prodotti e abbigliamento per lo sport e il tempo libero. Anche **le donne** sono sempre più presenti in questi sport, anche grazie al successo nei giochi olimpici, nelle coppe del mondo di sci, tennis e altri sport, ma soprattutto, grazie anche al grande successo che sta avendo il calcio femminile sui canali media. In totale si può quindi notare un aumento degli utenti che si approcciano allo sport come hobby e passione, anche indoor, nei centri abitati, grazie alla costruzione di palestre, centri sportivi, pareti d'arrampicata e così via.

Sarebbe bene chiedersi quale sarà il prossimo passo di questa enorme espansione di mercato e le conseguenze che porterà nel lungo periodo.

Una riflessione importante da fare è sicuramente sulla **sostenibilità**. Il settore moda tessile e in questo caso l'abbigliamento sportivo, ha comunicato ad affacciarsi già da diversi anni verso un panorama più sostenibile, dal punto di vista ambientale e sociale. La scelta della materia prima e della produzione, diventa essenziale per il rispetto di alcune certificazioni che le aziende decidono di seguire nei loro progetti. Il più importante tra tutti citiamo **OEKO-TEX® Standard 100**, ma si possono nominare altri, come **Bluesign**, **Higg Index** e **The Global Organic Textile Standard (GOTS)**.

Gli standard di sostenibilità sono da rispettare non solo per quanto riguarda le fibre organiche come cotone, lana e seta, ma soprattutto per le fibre sintetiche, verso le quali le ultime tecnologie in termini di prestazioni stanno virando. Tali fibre posso essere ingegnerizzate per poter offrire alte prestazioni in ogni situazione, con uno sguardo anche alla sostenibilità, tramite l'introduzione di fibre sintetiche di origine vegetale o di fibre riciclate.

Per quanto riguarda le nuove tecnologie di filatura, soprattutto per le fibre sintetiche, **le tecniche** di filatura delle fibre migliorate hanno reso possibile la produzione di fibre, filati e tessuti con caratteristiche prestazionali uniche adatte all'uso in abbigliamento sportivo e articoli sportivi. Le nuove tecnologie per la produzione di microfibre hanno anche contribuito alla produzione di abbigliamento sportivo ad alta tecnologia. Inoltre, le fibre sintetiche possono essere accoppiate alle fibre naturali per migliorare le loro proprietà termofisiologiche e sensoriali.

Alle nuove tecniche di filatura delle fibre e all'accoppiamento dei materiali, si vede anche la progettazione di nuovi processi per la preparazione e la finitura dei tessuti che insieme alle tecnologie per la produzione e l'applicazione di membrane polimeriche e finiture superficiali adeguate, combinano le esigenze dei consumatori in termini di estetica, design e funzione nell'abbigliamento sportivo per diversi fini.

Le richieste di comfort durante l'attività sportiva, soprattutto all'aperto e in condizioni estreme, hanno condotto le ricerche verso un miglioramento della **termoregolazione del microclima interno** all'abbigliamento e della **traspirabilità**, caratteristica indispensabile per la necessaria dissipazione di calore e umidità ad alti tassi metabolici. La struttura e la geometria del tessuto in questi casi, insieme alla scelta della fibra, fanno parte delle principali scelte progettuali.

Di fronte al progresso tecnologico che investe questo campo, prendendo in prestito anche nuove sperimentazioni dell'abbigliamento militare, abbigliamento da lavoro e dei materiali intelligenti, il designer deve saper coordinare prestazioni, comfort e forma estetica, progettando capi d'avanguardia, che sappiano rispecchiare una scelta consapevole in termini di materiali, processi produttivi e gestione degli scarti. In molti casi la scelta più sostenibile in termini di produzione, può essere anche quella più economica e veloce da realizzare. Un esempio più essere la maglieria senza cuciture, in cui un capo finito viene realizzato interamente dalla macchia da maglieria; qui lo scarto di filo o altro materiale è pari a zero e nelle fasi di produzione vediamo il salto di un passaggio, poiché non è necessaria la cucitura dei pezzi. Questa tecnologia è senz'altro vantaggiosa per l'attività sportiva, creando un capo più confortevole per l'utente in termini di vestibilità.

Il suo sviluppo e utilizzo va di pari passo con l'introduzione di nuovi prodotti sia da parte di piccole aziende che di grandi marchi, che, non solo rendono i capi più belli e più indossabili, ma aiutano anche gli atleti a ottenere prestazioni migliori. Molti di questi richiedono l'uso di tecnologie nuove o specialistiche nella fabbricazione dei capi come la scansione tridimensionale del corpo umano e il software CAD tridimensionale, utilizzati per aiutare a sviluppare i modelli di progettazione per vari tipi di abbigliamento sportivo. Queste tecniche vengono utilizzate per creare modelli di vestibilità personalizzati, creare campioni di abbigliamento digitali realistici e regolabili virtualmente. Sulla base di alcune proprietà meccaniche e fisiche del tessuto utilizzato, è possibile usare un software di simulazione del tessuto 3D per determinare come il tessuto può comportarsi e drappeggiare sul modello del corpo digitale.

Le crescenti sfide ambientali e la loro influenza sul settore manifatturiero dell'abbigliamento sportivo hanno portato a discussioni serie in tutte le principali società in merito all'obiettivo di ciascuna azienda di possedere una produzione e dei fornitori sostenibili di tessuti per lo sport e l'abbigliamento sportivo nonché di considerare potenziali soluzioni di riciclaggio all'interno della filiera (Shishoo, 2015). Dal momento che il tema della sostenibilità sta diventando sempre più importante nella produzione tessile, soprattutto dalla scesa in campo di **Detox** nel 2011, gli obiettivi per il futuro sono ridurre al minimo il proprio impatto ambientale conservando le risorse, riducendo le emissioni ed eliminando

gli sprechi negli impianti di produzione. L'obiettivo è offrire prodotti competitivi che soddisfino le

esigenze dei mercati dell'abbigliamento utilizzando meno risorse e ottimizzando i consumi. Con questa breve introduzione, che tocca alcuni punti e problemi della produzione dell'abbigliamento sportivo e delle sue caratteristiche, si vuole sottolineare la sempre più impellente richiesta di un miglioramento in termini di sostenibilità.

L'inquinamento prodotto dall'industria tessile ha un impatto enorme sul pianeta. Si considera che questa causa l'inquinamento delle acque, l'inquinamento atmosferico e produce enormi quantità di rifiuti solidi.

Secondo alcune calcoli e previsioni della Ellen MacArthur Foundation, per produrre 1kg di tessuto si consumano 200 litri d'acqua considerando le fasi del lavaggio dei tessuti, la colorazione e il lavaggio del prodotto finito. Inoltre viene specificato che il 20% dell'inquinamento mondiale delle acque dolci deriva dai trattamenti e dalle colorazioni tessili, tramite sostanze come formaldeide, cloro e metalli pesanti. (Ellen MacArthur Foundation, 2017)

Secondo l'AEA nell'UE nel 2017 il settore ha utilizzato circa 1,3 tonnellate di materie prime e 104 m³ di acqua per persona, con l'85% di questi materiali e il 92% dell'acqua che sono stati utilizzati in altre regioni del mondo.

Inoltre, la produzione di abiti, calzature e tessuti per la casa ha causato circa **654 kg di emissioni equivalenti di CO2 pro capite nell'UE**, facendo del tessile **la quinta fonte di emissioni di anidride carbonica da consumi privati**, con i tre quarti di queste emissioni avvenute al di fuori dell'UE, e la seconda industria più inquinante al mondo (Lehmann, et al., 2018).

1.2 Sport e Ruolo dell'abbigliamento sportivo nel mercato mondiale della moda

Tramite l'aiuto di alcuni dati raccolti, è possibile disegnare una situazione ben definita dell'industria di abbigliamento sportivo nel quadro più generale dell'abbigliamento.

Ci si rifà ancora al **rapporto Euromonitor del 2018** per quantificate il mercato e l'andamento degli ultimi anni.

La dimensione del mercato globale dell'abbigliamento e delle calzature nel 2019 è di 1,5 trilioni di dollari USA, e si prevede raggiunga i 3,3 trilioni di dollari entro il 2030. A partire dal 2018, gli Stati Uniti hanno generato i maggiori ricavi dal mercato dell'abbigliamento, seguiti da Cina, India e Giappone, evidenziando i mercati emergenti in Asia. Il mercato dell'abbigliamento sportivo è uno dei mercati chiave dell'abbigliamento in tutto il mondo, essendo valutato a 265 miliardi di dollari statunitensi nel 2019 e si prevede che aumenterà di circa l'80% entro il 2025.

Nike si presenta come leader del settore di abbigliamento sportivo in tutto il mondo nel 2019, con vendite che hanno generato oltre 39 miliardi di dollari (O'Connell, Retail sales of the global apparel and footwear market 2017-2030, 2020).

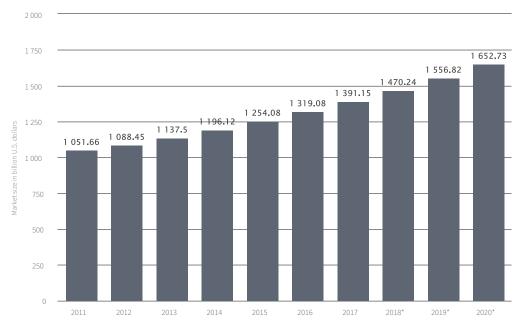


Fig 1: Dimensioni del mercato dell'abbigliamento in tutto il mondo dal 2011 al 2020 (in miliardi di dollari USA) Fonte: O'Connell, 2019, https://www.statista.com/statistics/551775/size-of-the-global-apparel-and-footwear-market/

Il seguente grafico illustra le dimensioni del mercato globale dell'abbigliamento nel 2017, per regione. Nel 2017, la dimensione del mercato dell'abbigliamento in Cina era di circa 277,2 miliardi di dollari USA. Nonostante l'attuale recessione economica globale, l'industria dell'abbigliamento globale continua a crescere ed è di grande importanza per l'economia in termini di commercio, occupazione, investimenti e entrate in tutto il mondo. Presenta cicli di vita brevi del prodotto, ampia differenziazione del prodotto

ed è caratterizzata da un grande ritmo di cambiamento della domanda unito a processi di fornitura piuttosto lunghi e poco flessibili. Anche marchi affermati devono impegnarsi a fondo per mantenere la propria quota di mercato. Sotto le richieste dei consumatori di abbigliamento più versatile e multi funzionale, i rivenditori continuano a produrre nuovi stili e nuove collezioni di abbigliamento per uomo e donna. L'abbigliamento rimane in gran parte un acquisto discrezionale rispetto ad altri beni di consumo, rendendolo più soggetto a shock economici. Da questa analisi si può affermare inoltre, che il mercato dell'abbigliamento negli Stati Uniti è il più grande mercato per singolo paese, con vendite al dettaglio nei negozi di abbigliamento e accessori negli Stati Uniti nel 2017, di circa 259 miliardi di dollari USA; in calo rispetto ai 260 miliardi di dollari nel precedente anno (O'Connell, Global apparel market size in 2017, by selected region, 2020).

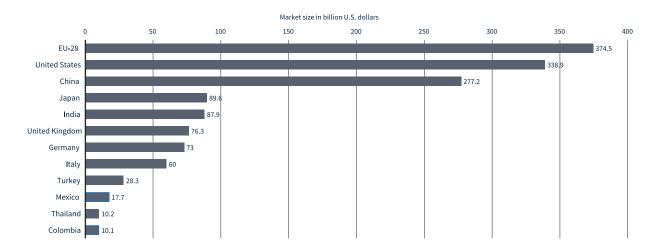


Fig 2: Dimensioni dei mercati globali dell'abbigliamento selezionati nel 2017 (in miliardi di dollari USA)

Essendo uno dei marchi più grandi e riconoscibili del pianeta, non sorprende che **Nike** sia leader nel proprio settore di abbigliamento sportivo, accessori e calzature, con vendite pari a circa 39,1 miliardi di dollari nel periodo da agosto 2018 ad agosto 2019. Performance, ispirazione sportiva e outdoor sono le principali classificazioni utilizzate per distinguere tra diversi tipi di abbigliamento sportivo, accessori e calzature. Il mercato globale dell'abbigliamento sportivo è un mercato redditizio, che dovrebbe crescere ulteriormente nei prossimi anni. Nike non è solo uno dei produttori più importanti all'interno di questo mercato in tutto il mondo, ma l'azienda detiene anche l'onore di essere classificata come il marchio di abbigliamento sportivo leader nel mondo. Adidas, Puma e Under Armour sono alcuni dei principali concorrenti di Nike, poiché operano all'interno degli stessi mercati.

Tuttavia, il valore del marchio Nike è sempre stato storicamente superiore a quello del suo concorrente più vicino, Adidas.

Apartire dal 2018, Nikeera il marchio preferito dei consumatori statunitensi nella scelta dell'abbigliamento sportivo (O'Connell, Global sales of the top performance apparel, accessories and footwear companies 2019, 2020).

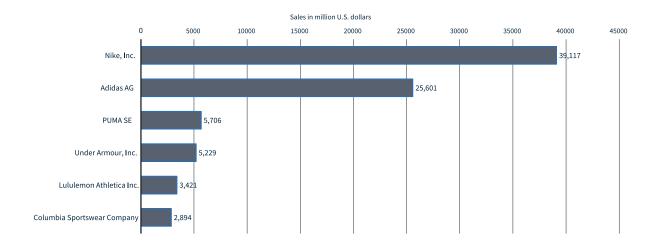


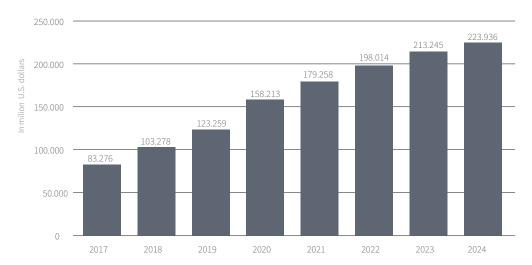
Fig 3: Principali aziende di abbigliamento sportivo, accessori e calzature in tutto il mondo nel 2019, per vendite (in milioni di dollari USA)

In generale si può concludere che l'industria tessile e dell'abbigliamento non può lamentare un calo delle vendite e del profitto, anzi, secondo le previsioni la quantità di abiti e calzature venduti raddoppierà entro il 2030, nonostante la crisi finanziaria. È più preoccupante notare che ormai i centri di produzione sono tutti de-localizzati, soprattutto nel centro Asia, abbattendo i costi della manodopera e delle lavorazioni e accrescendo i costi ambientali e sociali, che non fanno che aggravare l'ormai fragile e incerta situazione climatica del pianeta, per la quale l'industria tessile e dell'abbigliamento contribuisce pienamente.

Il grafico seguente mostra il valore totale globale del mercato outdoor del 2018 secondo Statista. Il rapporto spiega che i ricavi nel segmento Sport e attività all'aperto previsti per fine 2020 raggiungeranno i 158,2 miliardi di dollari statunitensi, con un tasso di crescita annuale del 9,1%, con un conseguente volume di mercato previsto di 223.936 milioni di dollari entro il 2024.

Nel confronto globale, la maggior parte delle entrate sarà generata in Cina (97,8 miliardi di dollari nel 2020) (Statista, 2020).

In Europa previsioni simili sono state formulate dall'European Outdoor Group. Il mercato europeo dell'outdoor è stimato per 5,81 miliardi di Euro. L'EOG utilizza i dati di 115 marchi in Europa per analizzare le informazioni sul sell-in per sette categorie principali e 48 sottocategorie separate. In linea con le aspettative, il sell-in durante l'anno è stato generalmente piatto rispetto all'anno precedente, tornando a un quadro di mercato simile a quello sperimentato nel 2015 e nel 2016. Il mercato all'ingrosso nel 2018 è stato di € 5,81 miliardi, 1% in calo di valore e 0,5% in calo di volume rispetto all'anno precedente. Tuttavia, il mercato all'aperto continua a essere resiliente, nel contesto di condizioni di mercato difficili, aumentando la concorrenza (European outdoor group, 2019).

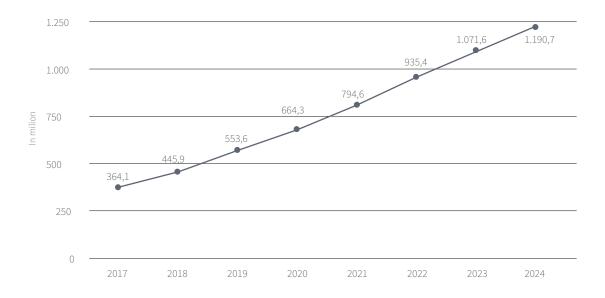


Valore del mercato outdoor globale dal 2017 al 2024 (in milioni di dollari USA). Fonte: Sports & Outdoor - worldwide. https://www-statista-com.ezproxy.biblio.polito.it/outlook/259/100/sports-outdoor/worldwide



Fig 4: Stato del mercato europeo outdoor 2018.

Il numero di utenti paganti attivi del mercato dell'outdoor è parecchio considerevole, con 445,9 milioni di utenti per il 2018 in tutto il mondo. Statista prevede un andamento positivo costante negli anni seguenti fino al 2024, con un numero di utenti dovrebbe ammontare a 1.190,7 milioni.



Numero di clienti paganti attivi del mercato dell'outdoor globale dal 2017 al 2024 (in milioni). Fonte: Sports & Outdoor - worldwide. https://www-statista-com.ezproxy.biblio.polito.it/outlook/259/100/sports-outdoor/worldwide



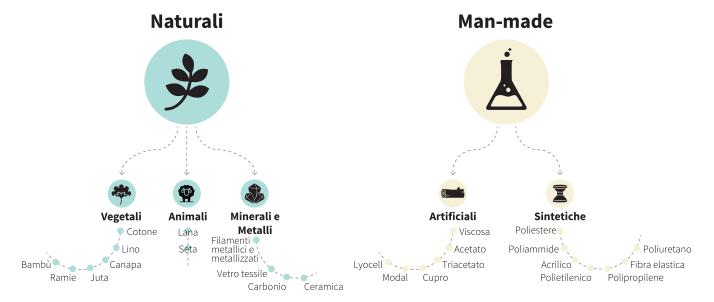
1.3 Fibre tessili per lo sport

1.3.1 Classificazione delle fibre tessili

Prima di cominciare a parlare più nello specifico di requisiti per l'abbigliamento sportivo e di materiali, è importante fornire una breve panoramica di come sono classificate le varie fibre tessili, in modo da avere un quadro generale nel quale poter collocare i successivi ragionamenti circa i materiali per lo sport.

La fibra tessile è ciò che può essere trasformato in filato e successivamente in tessuto. Le fibre si dividono in

- Fibre tessili di origine naturale: vegetale, animale
- Fibre tecnologiche, chimiche o "man made" di origine artificiale, minerale e sintetica.



Le fibre sono caratterizzate da lunghezza, finezza, lucentezza e dalla capacità di assorbire senza apparire bagnata. La lunghezza di una fibra si misura in millimetri, la finezza cioè il diametro della fibra (titolo) si misura in micrometri.

Fibre tessili vegetali

Di seguito si elencano le caratteristiche principali di queste fibre:

- Sono costituite prevalentemente da cellulosa
- Sono buone conduttrici di calore
- Molto igieniche poiché assorbono bene il sudore
- Si lavano senza difficoltà a mano e in lavatrice
- Poco elastiche



Il cotone, pur essendo una fibra riciclabile e rinnovabile, viene spesso criticato per le problematiche scaturite da una impropria gestione delle risorse naturali e da un ingente consumo di risorse idriche ed energetiche.

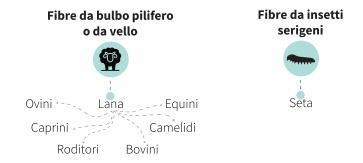
Per conseguire gli obiettivi di sostenibilità, si stanno sempre più facendo sentire l'utilizzo di tecnologie e nuovi processi produttivi. Il cotone biologico rappresenta una delle possibili soluzioni, poiché elimina l'uso di pesticidi e di fertilizzanti, utilizza la rotazione delle colture per aumentare la fertilità del terreno ed allontanare i parassiti, impiega concime favorendo la biodiversità.

La canapa è una buona fibra tessile, che produce un basso impatto ambientale: necessità di poco terreno, di poca acqua, non ha bisogno di diserbarti e pesticidi. La canapa è resistente e facile da coltivare. Il problema della canapa, che la rende una fibra poco utilizzata ancora oggi, è l'eccessivo costo degli impianti di stigliatura, di pettinatura e della filatura ad umido.

Clailar è una tecnologia canadese di un'azienda specializzata nella trasformazione delle fibre della canapa (CRAiLAR Technologies Inc., 2014).

Fibre tessili animali

Le fibre di origine animale sono caratterizzate dalla presenza di sostanze proteiche e quindi presentano una buona capacità di allungamento e elasticità.

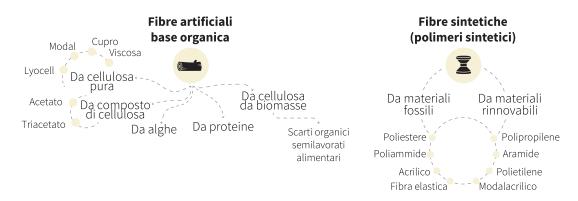


La fibra della lana presenta un alto grado di coibenza (termoisolante), isola dal freddo e anche dal caldo. È traspirante, igroscopica e termoregolante. Non trattiene batteri e non forma cattivo odore. È biodegradabile e rinnovabile.

La lana si presenta nello scenario della sostenibilità in maniera controversa, poiché, pur essendo una fibra riciclabile, necessita di un consumo di energie idriche molto abbondanti durante la fase di lavaggio. Sicuramente una delle strategie per ridurre questi consumi è riciclare il materiale usato. Il marchio "Cardato recycled" valorizza i materiali nati dal riciclo di materiali tessili lanieri cardati, prodotti nel distretto pratese. Il distretto pratese ha già sviluppato una filiera integrata per la trasformazione e il riciclo della lana e degli scarti tessili (pre-consumo, ritagli di confezione, recupero indumenti tessili).

Fibre tessili chimiche

Chiamate anche man made fyber, sono quelle fibre prodotte dall'uomo e rappresentano la quota più importante di consumo di materia da parte dell'industria tessile. Oggi le fibre chimiche rappresentano il 62,6%, a causa di costi bassi e alte performance delle fibre. Le fibre chimiche hanno sempre avuto un ruolo sperimentale e innovativo nel settore tessile e dell'abbigliamento.



Le fibre chimiche hanno caratteristiche tecniche come tenacità, idrorepellenza, facilità di manutenzione, elevata resistenza agli agenti atmosferici, alla luce, al calore e agli agenti chimici. Inoltre si prestano a innumerevoli applicazioni, anche nei tessuti tecnici.

Fibre tessili artificiali

Per fibre tessili artificiali si intendono le fibre provenienti dalla **lavorazione di polimeri naturali** come la cellulosa, ma anche l'acido alginico, le sostanze proteiche di origine animale come la caseina o le proteine vegetali.

A seconda dell'origine della materia si classificano:

- Da proteine animali (caseina)
- Da proteine vegetali (arachidi, soia, mais, ricino)
- Da cellulosa (linters cotone, legno conifere, cellulosa da biomasse)
- **Da alga** (alginiche)

Fibre tessili sintetiche

Ottenute da **polimeri sintetici** partendo da composti di natura organica ricavati dal petrolio, dal materiale fossile, dal carbone e gas naturali, per mezzo di reazioni chimiche di polimerizzazione.

Sono fibre molto resistenti agli agenti chimici e atmosferici, alla trazione e all'abrasione, sono indeformabili, hanno un bassissimo peso specifico, si tingono facilmente, si lavano facilmente e hanno una buona elasticità. Non assorbono il sudore, anche se l'introduzione delle microfibre, ha migliorato di molto questa caratteristica.

L'impatto ambientale delle fibre sintetiche è legato all'utilizzo di **grossi quantitativi di materiali fossili** che durante il lavaggio rilasciano micro e nano plastiche che impattano sulla risorsa idrica.

Gli obiettivi della ricerca attuale sono di sviluppare **nuove materie prime cellulosiche o da riciclo** per acquistare maggiore indipendenza dal mercato tradizionale della cellulosa. L'utilizzo dei prodotti di scarti fa parte delle strategie in atto per convertire l'economica lineare in economia circolare.

Tra le fibre chimiche sostenibili di possono classificare:

- **Fibre man made tradizionali** prodotte con tecnologie migliorate con riduzione di consumi elettrici e idrici, delle emissioni e degli scarti.
- Fibre biosintetiche generate da polimeri vegetali ottenuti da scarti di filiere agroalimentari.
- Fibre ottenute con tecnologie per il riciclo degli scarti post produzione come poliestere prodotto dal riciclo meccanico o chimico di PET, comportando risparmio di consumi energetici, ridimensionamento dei consumi di materia prima e riduzione dei volumi di rifiuti plastici.
- Fibre second life da poliammidi, nylon e poliestere riciclato meccanicamente o chimicamente. (Ungaro, 2019)

1.3.2 Il ruolo dell'abbigliamento durante l'attività sportiva

La selezione dei tessuti per outdoor deve rispondere a requisiti di prestazione che contribuiscano al mantenimento generale del comfort del corpo, laddove il design dei capi, la selezione dei tessuti e i metodi di produzione siano interdipendenti.

Da un punto di vista funzionale, **il comfort** comprenderà una forma e una vestibilità appropriate che offrano libertà di movimento, una regolazione con proprietà di assorbimento dell'umidità e di asciugatura rapida, oltre a una protezione leggera e durevole.

La necessità fisica di abbigliamento dipende da una serie di fattori, tra cui l'isolamento termico e la protezione dalle temperature estreme. La condizione fisiologica, l'attività fisica e la durata dell'esposizione alle condizioni ambientali influenzano anche il tipo e la quantità di indumenti richiesti. Anche il comfort dell'abbigliamento ne risente in quanto limita o facilita il movimento del corpo e la protezione da condizioni ambientali ostili. Nel settore dell'outdoor, il design dell'abbigliamento, in gran parte dipendente dalla selezione del tessuto, fornisce un efficace mezzo di isolamento termico dove il flusso di calore può essere positivo o negativo dal corpo all'aria circostante o dall'ambiente al corpo.

A riposo, l'uomo produce circa **100 W di calore** e durante l'esercizio fisico questo può aumentare fino a più di **2000 W**. Questo calore, generato attraverso l'esercizio fisico, deve essere disperso nell'ambiente

per mantenere l'equilibrio termico, lasciando la superficie del corpo attraverso quattro canali principali: radiazione, convezione, conduzione ed evaporazione. Le aree del corpo esposte all'ambiente perdono calore attraverso la radiazione dipendente dall'emissività delle aree circostanti; invece la corrente di convezione si crea attraverso lo spostamento del calore con movimento del corpo, infine, quando la temperatura ambientale (o il microclima tra gli strati di abbigliamento) è maggiore della temperatura della pelle, il corpo dissipa calore attraverso il sudore e l'evaporazione. Un abbigliamento ottimale ha il compito di mantenere un corretto equilibrio tra questi fattori, permettendo al sudore prodotto di evaporare per ripristinare l'equilibrio termico. La sudorazione porta alla disidratazione ed è fisiologico ripristinare l'acqua persa bevendo per mantenere l'equilibrio dei fluidi.

L'abbigliamento gioca quindi un ruolo essenziale nel mantenimento dell'equilibrio termico e dei fluidi con il comfort termico e il disagio termico come fattori intermedi. (Daanen, Physiological strain and comfort in sports clothing, 2015)



Fig 6: Fattori che influenzano l'equilibrio termico umano

Parametri climatici

Il clima è determinato dalla **temperatura ambientale**, dalla **velocità del vento**, dall'**umidità relativa** e dalla **radiazione** (solare). Anche l'**altitudine** può essere considerata un parametro climatico: la ridotta pressione ambientale induce risposte fisiologiche che aumentano il rischio di lesioni da freddo.

Il clima più stressante è quello molto caldo, quando ci sono alte temperature ambientali, assenza di vento, elevata umidità relativa e ampia radiazione solare. L'elevata umidità relativa rende difficile l'evaporazione del sudore dalla pelle.

Il clima freddo invece è caratterizzato da basse temperature ambientali, alte velocità del vento e assenza di radiazioni solari. Il contenuto di umidità è molto basso nel freddo gelido e quindi non è un fattore importante. Tuttavia, il freddo umido a temperature appena sopra il punto di congelamento può alimentare un notevole fattore di stress da freddo, poiché l'acqua porta via il calore corporeo più rapidamente attraverso la convezione e l'ipotermia è più evidente nel freddo umido che nel freddo secco (ibid).

Sforzo termico

Lo sforzo termico è l'effetto dei fattori di stress termico sul corpo umano (dalla temperatura ambientale, dalla velocità del vento, dall'umidità relativa e dalla radiazione solare). Parametri importanti per valutare lo sforzo termico sono la temperatura corporea, la temperatura media della pelle, la frequenza cardiaca e la perdita di sudore.

In base alla temperatura interna e alla temperatura media della pelle, è possibile calcolare il guadagno di calore del corpo. La soglia oltre la quale possono verificarsi problemi legati al calore è l'aumento di calore corporeo di oltre 10 J/g di peso corporeo.

L'abbigliamento forma una barriera termica e di vapore acqueo tra la pelle e l'ambiente. Pertanto, quando si fa esercizio fisico al caldo, l'abbigliamento deve essere ridotto al minimo per non compromettere la perdita di calore. Nel freddo, tuttavia, la perdita di calore può superare la produzione di calore, ed è necessario un isolamento termico. La norma ISO 11079 permette di calcolare l'isolamento termico richiesto per rimanere in equilibrio termico. È chiaro che l'isolamento dell'abbigliamento deve essere adattato all'intensità dell'esercizio fisico per mantenere l'equilibrio termico, poiché, se si verificano periodi di esercizio intermittente al freddo e senza avere un isolamento dell'abbigliamento adatto, la produzione di calore supererà la perdita di calore. Di conseguenza, la temperatura interna del corpo aumenterà e il sudore si accumulerà nell'abbigliamento. Durante i periodi di riposo dell'esercizio intermittente, il sudore evaporerà e genererà un raffreddamento supplementare, che in casi prolungati, può causare disagio.

Se le proprietà dell'abbigliamento non corrispondono correttamente all'equilibrio termico corporeo, il corpo ci avverte di questo disagio con gli indicatori di deformazione termica, i quali sono temperatura, sforzo cardiovascolare e velocità di sudorazione (ibid.).

Temperatura

Al freddo, il corpo cerca di mantenere una temperatura interna dentro a dei valori fissi, evitando sbalzi di temperatura a discapito della temperatura delle parti periferiche. Quando la regolazione termica è inadeguata, la temperatura interna può aumentare (**ipertermia**) o diminuire (**ipotermia**). Il limite superiore della temperatura interna è di circa 42-43 °C. Quando la temperatura interna scende, può verificarsi l'ipotermia, che è generalmente definita come una temperatura interna inferiore a 35 °C.

Stress cardiovascolare

La frequenza cardiaca a temperature interne elevate è di diversi battiti al minuto superiore a quella di temperature fredde e quindi costituisce un buon indicatore della deformazione termica.

Efficienza del sudore

La sudorazione umana è minima (circa 350 ml/24 h) al di sotto di una soglia di sudorazione specifica del soggetto, ma aumenta a valori fino a diversi litri all'ora durante l'esercizio. La massima sudorazione registrata è di 3,7 l/h da Alberto Salazar nel 1986 (Daanen, Physiological strain and comfort in sports clothing, 2015). Un importante indicatore di deformazione termica è l'efficienza del sudore, definita come il rapporto tra il sudore evaporato e quello prodotto.

1.3.3 Fibre principalmente usate nell'abbigliamento sportivo

I tessuti tecnici offrono proprietà tecniche, funzionali e prestazionali, a differenza dei tessuti utilizzati nel settore della moda, artistico o decorativo. Le fibre sintetiche e le nanofibre, come aramide, poliolefina, poliammide, poliestere, fibre di viscosa, vetro e ceramica, sono ampiamente utilizzate per la produzione di prodotti tessili. I non tessuti in nanofibra possono anche migliorare le proprietà dei tessuti progettati per applicazioni tecniche.

Fibre naturali e di stelo come juta, lino, canapa, cocco, ramie e kenaf possono anche trovare applicazioni come tessuti tecnici per motivi ambientali. Stanno guadagnando importanza crescente, in particolare come **compositi rinforzati** con fibre nell'industria automobilistica, industrie della costruzione, aerospaziale e dell'imballaggio. Ciò è dovuto principalmente al fatto che queste fibre offrono una **buona resistenza alla trazione e rigidità** rispetto alle fibre sintetiche come poliammide, carbonio e aramide. Inoltre, provengono da **risorse rinnovabili naturali e sostenibili**; inoltre le piante di canapa e lino necessitano di poca acqua e di pochissimi diserbanti e pesticidi.

Per quanto riguarda i tessuti e le fibre per sport ad altre prestazioni, il discorso è più complesso, dal momento che la sicurezza e la prestazione sono fattori determinanti. Vengono utilizzati in scarpe, attrezzature sportive, abbigliamento per sport invernali ed estivi ad alta quota, voli e sport di vela, arrampicata, pesca e ciclismo.

Nel corso degli ultimi anni, l'abbigliamento sportivo ha assunto un nuovo look come stile di vita, e di conseguenza la funzione richiesta per l'abbigliamento sportivo nel suo complesso è cambiata per soddisfare queste nuove esigenze. Il settore dei tessuti sportivi comprende abbigliamento specializzato per sport specifici, ciascuno con funzionalità differenti. Le fibre performanti, i filati, i tessuti e i finissaggi sviluppati per questo settore specialistico si stanno sempre più trasferendo sul mercato di massa nella fascia alta. La crescente importanza culturale dell'abbigliamento sportivo nella moda fa sì che solo il 25% dell'abbigliamento sportivo trovi impiego nello sport attivo o durante l'esercizio fisico (Harlin, Jussila, & Ilen, 2019).

L'evoluzione dello sviluppo delle fibre è passata attraverso le fasi delle fibre convenzionali, delle fibre altamente funzionali e delle fibre ad alte prestazioni. Il poliestere è la fibra più comune per lo sport e l'abbigliamento attivo. Altre fibre adatte per l'abbigliamento attivo sono poliammide, polipropilene, acrilico ed elastan. Le fibre di lana e cotone trovano applicazione nell'abbigliamento per il tempo libero e nell'abbigliamento a contatto, ad esempio nello yoga. Le fibre sintetiche possono essere modificate, per esempio producendo fibre cave e fibre con sezioni trasversali irregolari, o miscelate in modo ottimale con fibre naturali per migliorare le loro proprietà termofisiologiche e sensoriali (Shishoo, 2015).

Le fibre sintetiche sono una scelta frequente per l'abbigliamento sportivo. Il poliestere (PL) ha un'eccezionale stabilità dimensionale e offre un'eccellente resistenza allo sporco e agli alcali, e ha una confortevole sensazione di morbidezza. Deriva dall'etilene presente nel petrolio e il poliestere più conosciuto è il PET. È la fibra usata più comunemente nei tessuti di base per l'abbigliamento sportivo grazie al suo basso assorbimento dell'umidità, alle sue proprietà di facile manutenzione e al basso costo. È una fibra leggera, ad alta tenacità, elevata resistenza all'abrasione, facile da lavare ed asciugare. Il PL è essenzialmente idrofobico e non assorbe l'umidità. Tuttavia, la maggior parte dello strato di base

è costituita da **filati in PL trattati chimicamente per assorbire l'umidità**. (Harlin, Jussila, & Ilen, 2019). Questa fibra però, non è biodegradabile e ha tempi di smaltimento molto complessi e lunghi.

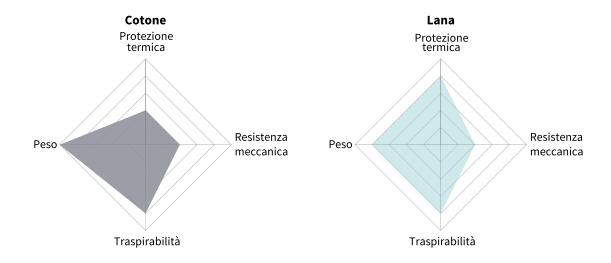
Il polipropilene deriva da idrocarburi del petrolio e può essere prodotta anche come microfibra.

Questa fibra trova un uso crescente nel mercato dell'abbigliamento sportivo, sebbene la sua quota di mercato sia ancora ridotta. Le fibre hanno un assorbimento di umidità molto basso ma un'eccellente permeabilità al vapore acqueo. Il PP ha il vantaggio di fornire isolamento quando è bagnato. Il trasporto di sudore insensibile e liquido dalla pelle senza essere assorbito lo rende una fibra ideale per l'abbigliamento sportivo. Il PP è in grado di **gestire molto bene l'umidità**, grazie alla sua natura idrofobica, e ha ottime caratteristiche termiche, mantenendo chi lo indossa caldo nella stagione fredda e freddo nella stagione calda (Chaudhari, Chitnis, & Ramkrishnan, 2004). Ha un impatto ambientale inferiore rispetto alle altre fibre sintetiche e ha un grado di riciclabilità elevato.

Poiché il PP non assorbe l'umidità nella fibra, il tempo di asciugatura è minimo. Il tessuto si asciugherà mentre lo si indossa, mantenendo l'atleta asciutto. Grazie a questa caratteristica non si possono formare batteri e muffe, rendendo la fibra adatta per l'abbigliamento intimo. Un indumento in PP lavato regolarmente non trattiene gli odori del corpo. Tuttavia, il PP è un materiale olefinico: ha elevate proprietà oleiche e assorbe quindi lo strato lipidico della pelle (Macro International, 2017).

Altra fibra ampiamente usata nell'abbigliamento sportivo con caratteristiche uniche è il poliammide, più comunemente conosciuta come Nylon. La fibra si ottiene da materie prime derivate dal fenolo, ricavato dal petrolio. È una fibra leggerissima e morbida con un elevata resistenza all'usura e di facile manutenzione. Presenta inoltre un'ottima termoplasticità, ideale per i finissaggi come la goffratura. Non è biodegradabile ma può essere riciclata.

L'elastan, infine, è la fibra elastica a base di uretani segmentati, usata solitamente in mischia con altre fibre. La fibra ha un **alto grado di elasticità** con capacità di allungamento a rottura del 400-650% e una capacità di recupero quasi istantaneo. Esistono delle **alternative bio-based** che utilizzano **biopolimeri** fono al 70% del suo peso, proveniente da destrosio del mais (Ungaro, 2019).



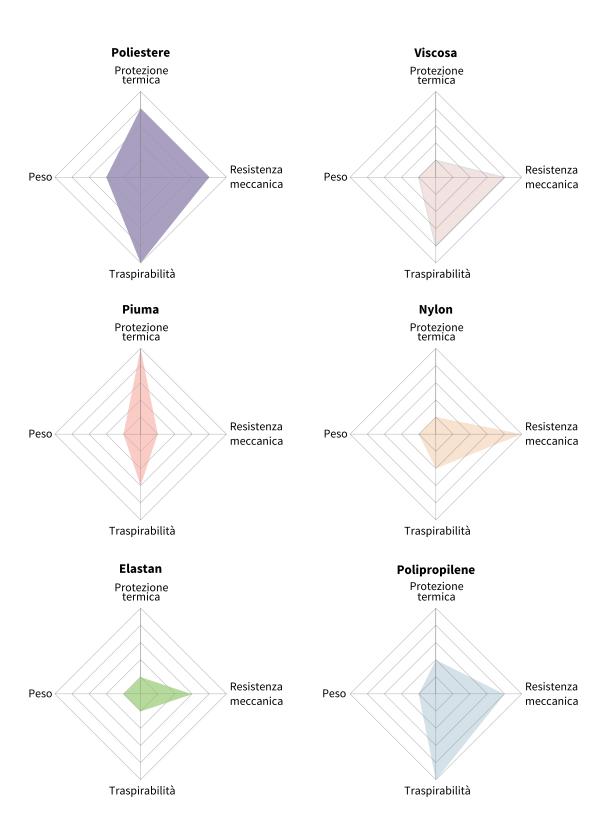


Fig 6: Confronto delle fibre principalmente utilizzate per l'abbigliamento sportivo per le prestazioni di protezione termica, resistenza meccanica, traspirabilità e peso.

A causa delle recenti invenzioni nel design e nella produzione, i nuovi tessuti sportivi di oggi utilizzano sia fibre sintetiche che naturali. Le fibre naturali sono spesso inadatte per l'attività sportiva intensa, poiché molto fragili e con scarsa protezione, mentre i sintetici sono stati la scelta migliore. Tuttavia, le fibre naturali combinate con i sintetici danno trattamenti di finissaggio sofisticati per migliorare le loro prestazioni. Ai clienti piace questo nuovo gruppo di "tecno-naturali" o "super-naturali", per il loro aspetto familiare e la loro maneggevolezza. Le caratteristiche del cotone, lento da asciugare e freddo quando è bagnato, lo rendono una fibra inadatta all'uso contro la pelle durante la stagione invernale. Un altro interessante materiale tecnico inutilizzato nell'abbigliamento sportivo sono i PCM (phase change materials). I PCM includono materiali con la capacità di cambiare il loro stato fisico entro un certo intervallo di temperatura, assorbendo energia durante il processo di riscaldamento e rilasciandola durante il processo di raffreddamento inverso. È possibile ottenere un effetto di isolamento, ma la dipendenza dalla temperatura e dal tempo di utilizzo conferisce una natura temporanea.

I PCM, sotto forma di **microcapsule** rispondono in modo interattivo a ogni singola condizione fisiologica, assorbono, immagazzinano e rilasciano calore, aiutando il corpo a rimanere a suo agio. Questi materiali sono responsabili del controllo entro limiti noti della temperatura naturale del corpo in ambienti caldi e freddi e in alta e bassa livelli di attività (Salaüna, Devauxa, Bourbigota, & Rumeaud, 2010).

Le sfide odierne nell'utilizzo di questi materiali nei tessuti per l'abbigliamento sportivo, sono ancora molte. È sicuramente una strada percorribile e in fase di sviluppo, ma, nonostante le tecnologie disponibili siano già avanzate, il peso di questi materiali e i costi, potrebbero scoraggiare i designer nella possibilità di un ampio utilizzo.

1.3.4 Le strutture tessili

Le prestazioni del tessuto e del' indumento vengono migliorate o ottenute attraverso una serie di processi, come la selezione delle fibre e la miscelazione delle fibre performanti durante la filatura e la tessitura, insieme ad altri filati come il cotone, la viscosa, il bambù, il PL, l'acrilico, il nylon e l'elastan, e anche attraverso la lavorazione e il finissaggio con prodotti chimici (noti anche come finissaggi funzionali). Da un lato, la funzionalità esistente può essere migliorata utilizzando la **nanotecnologia** e, dall'altro, potrebbe rendere possibile la produzione di tessuti con proprietà completamente nuove o una combinazione di diverse funzioni in un unico materiale tessile.

La tecnica di tessitura a maglia comporta numerosi vantaggi per l'abbigliamento sportivo. Questi tessuti hanno una maggiore elasticità ed estensibilità rispetto ai tessuti a telaio. La maglia fornisce una libertà di movimento illimitata grazie al suo intreccio e la trasmissione dei vapori corporei allo strato tessile successivo.

Per il calore e il comfort in condizioni avverse, i tessuti spazzolati, incollati, imbottiti, trapuntati o ovattati danno un volume leggero con poco ingombro in eccesso: trattengono più aria tra le fibre e creano un microclima tra gli strati di abbigliamento e la pelle, mantenendo il calore e assecondando l'equilibrio termico.

La struttura del tessuto è un fattore importante nella progettazione degli indumenti sportivi. Uno studio sull'effetto delle strutture a maglia sulle proprietà di comfort termo-fisiologico ha mostrato che la

maggior parte degli occhielli 3D a costruzione aperta offriva la migliore permeabilità al vapore acqueo ma aveva un basso isolamento termico. La struttura in micromesh, che ha aperture o fori molto più piccoli rispetto agli occhielli 3D, ha prodotto la combinazione più favorevole di proprietà di comfort. La trama e la struttura del tessuto può far sentire a proprio agio l'utente, dando una sensazione di comfort se questo è garzato o spazzolato. I tessuti a maglia con un supporto in schiuma possono essere molto morbidi, e quando vengono mescolati con l'elastan hanno buone caratteristiche di elasticità e recupero, che li rendono adatti per gli sport estremi. I tessuti tecnici a maglia traspiranti tendono ad avere una struttura più aperta nella parte interna invece che la parte esterna. In tali strutture aperte, l'umidità del sudore passa più rapidamente attraverso di esse (Harlin, Jussila, & Ilen, 2019). Ne sono un esempio l'Aertex, un tradizionale tessuto sportivo inventato nel 1888, ampiamente utilizzato in polo, magliette e biancheria intima. Queste specifiche strutture di tessuto sono state sviluppate tenendo conto delle esigenze specifiche dei tessuti sportivi, tra cui la regolazione della temperatura e la gestione dell'umidità (Aertex, 2016).

L'utilizzo di ovatta o schiuma sintetica in microfibre tra i tessuti, favorisce l'isolamento termico, tuttavia le vere strutture tridimensionali (3D) del tessuto sono ancora rare.

1.3.5 Finiture speciali

Le finiture sono molto importanti per i tessuti sportivi, dal momento che possono trasformare le loro proprietà, rendendo ad esempio un tessuto traspirante al sudore o impermeabile all'acqua, conferendo prestazioni in termini di comfort termico e protezione.

I trattamenti ultrafini e superleggeri rendono i tessuti resistenti alla pioggia, al vento e al fuoco e traspiranti, pur mantenendo intatto l'aspetto esteriore del tessuto trattato.

Generalmente, ci sono due metodi per creare tessuti traspiranti e impermeabili tramite finitura: usando le tecnologie microporose o idrofile. Il primo trattamento pratica dei fori molto fini nella membrana che permettono al sudore di fuoriuscire come vapore acqueo e di muoversi rapidamente dall'interno verso l'esterno, ma bloccano completamente il passaggio dell'acqua dall'esterno, essendo la molecola di vapore acqueo molto più piccola della goccia d'acqua. Il secondo, attira le molecole d'acqua tra le fibre del tessuto e consente al vapore acqueo più caldo di spostarsi attraverso la membrana fino alla faccia esterna dell'indumento, avendo quindi la possibilità di evaporare e mantenere asciutto il tessuto.

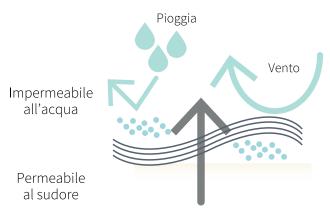


Fig 8: Struttura semipermeabile



1.4 Requisiti dell'abbigliamento sportivo attivo

I tessuti ad alta tecnologia nello sport non sono una novità. Negli ultimi anni, i tessuti sono stati progettati per svolgere compiti specifici: **evaporazione dell'umidità**; toppe su tutte le maglie in modo che i giocatori possano asciugare le mani per una migliore presa; tessuti che percepiscono le sollecitazioni ad alto impatto sulle articolazioni dei giocatori; e tessuti che possono percepire la frequenza cardiaca, la temperatura e altri dati fisiologici.

L'abbigliamento sportivo in generale non dovrebbe limitare il movimento, ma allo stesso tempo essere aderente e poco ingombrante. L'utente che pratica sport, tra cui l'atleta, richiede capi che non solo lo mantengano caldo e asciutto, ma che abbiano anche migliori proprietà performanti, come una migliore traspirabilità, leggerezza, morbidezza ed elasticità. Altre caratteristiche da considerare, soprattutto per gli sport all'aperto, sono la resistenza meccanica alle abrasioni e agli strappi. A tutto ciò ci sarà da aggiungere una maggiore attenzione alla sostenibilità nella scelta dei materiali e dei processi produttivi.

È possibile elencare una serie di requisiti minimi che l'indumento sportivo deve avere per essere considerato ottimale durante lo sforzo fisico e l'attività fisica in generale.

- Il tessuto **deve resistere** per tutta l'attività fisica ed essere in grado di mantenere la **sicurezza** dell'utente per tutta la durata dell'attività.
- I tessuti sportivi devono essere **comodi**, facili da indossare e facili da maneggiare.
- I tessuti sportivi devono avere una **conduttività elettrica molto elevata**, in modo da consentire un'efficace dissipazione delle cariche elettriche.
- Devono essere il più leggeri possibile.
- Devono essere altamente efficaci nella **gestione dell'umidità**, assorbendo l'umidità dal corpo e mantenendo asciutta la pelle.
- I tessuti sportivi devono avere una buona resistenza alla traspirazione.
- I tessuti sportivi devono avere una **proprietà termoconduttiva** che faccia sentire chi li indossa freschi d'estate e caldi d'inverno.

Il tessuto si occupa anche del mantenimento di un livello normale di batteri sulla pelle, per offrire una percezione di comfort e **mantenendo l'igiene personale**, soprattutto durante le attività sportive.

I tessuti sportivi devono inoltre **proteggere dai raggi UVA e UVB**, pericolosi per la pelle, garantendo un miglior livello di difesa rispetto alla maggior parte delle fibre naturali e artificiali.

I tessuti per lo sport devono essere studiati per **durare nel tempo**: le fibre sono trattate per avere una maggiore resistenza e durata superiori.

Non è possibile ottenere tutte queste proprietà in una struttura semplice di una singola fibra o anche in una miscela di esse. Saranno necessarie alcune ottimizzazioni affinché l'abbigliamento sportivo possa migliorare le prestazioni di chi lo indossa. Il comfort termico è un requisito essenziale, dal quale bisogna partire per la progettazione di un qualsiasi indumento per l'outdoor.

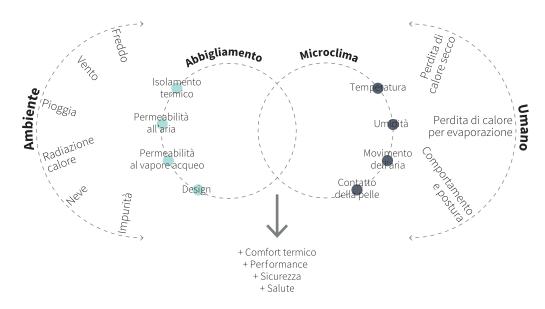


Fig 9: Effetti dei fattori fisiologici ambientali e umani sulle proprietà tessili e le condizioni microclimatiche.

1.4.1 Proprietà tecniche

La valorizzazione delle proprietà tessili per un corretto comfort termico, si basa non solo sul rilevamento semplice ma anche su **misurazioni avanzate del microclima**, consentendo un approccio scientifico agli studi fisiologici. La tabella seguente elenca **le proprietà, i requisiti e i rispettivi standard** (Harlin, Jussila, & Ilen, 2019).

1.4.2 Gestione dell'umidità

La gestione dell'umidità è uno dei criteri di prestazione chiave nella progettazione del capo sportivo. È la capacità di un indumento di trasportare l'umidità dalla pelle alla superficie esterna dell'indumento. Si è già discusso della gestione del sudore da parte del corpo e delle problematiche legate alla combinazione di sudore, temperature calde e fredde del clima. L'eccessiva umidità può anche causare l'abbigliamento pesante, aumentare l'attrito del materiale e causare danni alla pelle da sfregamento. Il comfort generale dell'abbigliamento sportivo durante le attività sportive dipende fortemente dalla sensazione di umidità e dalle sue proprietà.

Il trasporto dell'umidità nei tessuti avviene attraverso un'azione capillare delle fibre o attraverso la traspirazione. I capillari che formano le fibre trasportano il liquido lontano dalla superficie. L'azione capillare definisce due proprietà fondamentali:

- Il diametro capillare: minore è il diametro o maggiore è l'energia superficiale, maggiore è la tendenza di un liquido a spostarsi verso l'alto nel capillare.
- L'energia superficiale: le fibre idrofile hanno un'elevata energia superficiale.

 Di conseguenza, raccolgono l'umidità più facilmente rispetto alle fibre idrofobiche. Per questo motivo, i tessuti con molti capillari stretti, come le microfibre, sono ideali per il trasporto dell'umidità.

Proprietà	Requisiti	Riferimento
Isolamento termico, I _{cler} (m²KW¹)		
Lungo periodo a +10 ° C, attività leggera	0.170	EN 14058
Esposizione a freddo per brevi periodi (-15 ° C), attività legg	era 0.310	EN 342
Esposizione a freddo a lungo termine (-15 ° C), attività legge	era 0.470	EN 342
Protezione dal vento, permeabilità all'aria (AP) (mm s ⁻¹)	EN 342 / EN 14058	
Alta attività	100 > AP	
Attività moderata	5 < AP < 100	
Bassa attività	AP < 5	
Resistenza alla penetrazione dell'acqua (WP) (Pa)		EN 342 / EN 343
Protezione da intemperie	8000 < WP > 100	
Protezione dalla pioggia e dalle intemperie	WP > 13000	
Resistenza al vapore acqueo, R _{et} (m²Pa W¹)	R _{et} < 55	EN 342
Tutti gli strati d'abbigliamento in clima freddo		

Fig 10: Requisiti e standard generali per la loro valorizzazione delle proprietà tecniche dell'abbigliamento.

Un altro fattore che influenza la gestione dell'umidità è l'assorbenza. Tuttavia, mentre una maggiore assorbenza aumenta la capacità di assorbimento dell'umidità nel tessuto, la tendenza delle fibre assorbenti a trattenere tale umidità influisce sui livelli di comfort, poiché l'indumento si satura, impedendo al liquido di evaporare. In questo caso la pelle rimane bagnata.

Generalmente, i tessuti più efficaci per la gestione dell'umidità sono tessuti sintetici di alta tecnologia, che sono in poliammide o microfibre di poliestere. Sono leggeri, in grado di trasportare l'umidità in modo efficiente e si asciugano relativamente rapidamente. Poiché la rimozione dell'umidità è un criterio importante, lo è anche la repellenza del tessuto all'acqua piovana. Per i capi sportivi all'aperto, diventa una necessità. L'elevata barriera e la permeabilità controllata limitano efficacemente l'accesso all'acqua nel tessuto, ma possono anche causare disagi termici e di eccessiva umidità all'interno del capo, durante l'attività.

I tessuti push-pull sono materiali bicomponenti composti da un materiale non assorbente all'interno e un materiale assorbente all'esterno e dimostrano di essere una costruzione efficace per i tessuti di gestione dell'umidità. Questo perché il materiale assorbente all'esterno attira l'umidità dalla pelle mentre il materiale non assorbente mantiene la pelle asciutta.

Esistono diversi fattori che influenzano il trasporto dell'umidità in un tessuto. I più importanti sono: **tipo** di fibra, costruzione o trama del tessuto, peso o spessore del materiale e presenza di trattamenti

chimici. Rispetto al cotone, i sintetici sono preferiti nell'abbigliamento degli sport attivi in quanto non trattengono l'umidità e questo ha il vantaggio di mantenere gli indumenti più leggeri del cotone che quando è bagnato diventa pesante. Inoltre, le fibre sintetiche hanno l'ulteriore vantaggio di proprietà di **asciugatura rapida** e buone proprietà di **mantenimento della forma** (ibid.).

1.4.3 Comfort

Il comfort dell'abbigliamento può essere definito come l'equilibrio fisiologico, psicologico e fisico della persona. Lo scambio di calore tra il corpo umano, i vestiti e l'ambiente può essere definito comfort termico quando vi è un processo di equilibrio.

I tipi di comfort per l'abbigliamento dipendono da più variabili.

- Termico: trasferimento di calore e massa.
- Sensitivo: tattile, sensazione di mano.
- Movimento: movimento di parti del corpo.
- Psicologico: senso estetico, design.
- Funzionale: utile per qualsiasi funzione.

Il design del capo è legato al senso estetico dell'abbigliamento, come colore, stile, ecc., Nonché alle sue proprietà funzionali.

Il comfort può essere suddiviso in tre aree principali: estetico, sensoriale e termo-fisiologico.

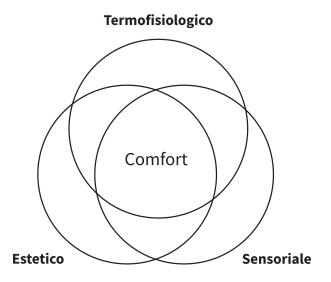


Fig 11: Le aree principali del comfort

1.5 Abbigliamento per gli sport invernali: caratteristiche e prestazioni

Per sport invernali si intendono tutti gli sport che vengono praticati in montagna sulla neve: si possono considerare tra questi lo sci alpino, lo snowboard, lo sci di fondo, lo scialpinismo, l'alpinismo e le ciaspole.

Alcune differenze di requisiti di abbigliamento si possono avere tra le **attività amatoriali** e quelle **agonistiche**.

Nelle attività amatoriali vengono considerati due principali aspetti di comfort: **temperatura e umidità**, che dipendono da una complessa relazione tra le esigenze fisiologiche dell'attività e le condizioni ambientali. Le discipline di sci agonistiche principali includono discesa, sci di fondo e salto con gli sci. In queste discipline, **il comfort diventa di secondaria importanza** (sebbene sia ancora importante) e l'attenzione si sposta sull'**ottimizzazione delle prestazioni dell'atleta**.

1.5.1 Requisiti di abbigliamento in condizioni invernali in montagna

L'abbigliamento sportivo nelle condizioni montane, ha il compito principale di proteggere da freddo, vento e umidità. La neve, il ghiaccio e il vento, sono condizioni atmosferiche che possono diventare estreme se correlate all'altitudine. La montagna è un ambiente ostile per l'uomo e per questo un'adeguata protezione è fondamentale per poter sopravvivere e per poter ottenere le prestazioni desiderate durante la scalata o la discesa.

L'equazione del bilancio termico umano

L'equazione del bilancio termico umano viene utilizzata per descrivere l'**equilibrio del sistema termico** di una persona. Il modello mostra l'equilibrio della produzione di calore metabolico: l'energia metabolica prodotta (M) meno l'energia del lavoro meccanico svolto (W), e la somma di tutti i sistemi di perdita di calore, incluso il tasso di accumulo di calore (ovvero se il sistema si sta riscaldando o raffreddando).

$$M - W = E + R + C + K + S$$

Dove M è la produzione di energia metabolica, W è il lavoro meccanico svolto, E è la perdita di calore evaporativa, R è la perdita di calore radiativa, C è la perdita di calore convettiva, K è la perdita di calore conduttiva e S è l'accumulo di calore . Ciò significa che l'energia prodotta meno l'energia utilizzata produce energia in eccesso, che viene rilasciata come calore. Ciò viene quindi bilanciato dalla somma dei sistemi di dispersione del calore e dalla velocità di accumulo del calore. Detto in altro modo, il tasso di accumulo di calore può essere espresso come:

$$S = (M - W) - E - R - C - K$$

Ciò dimostra che se l'emissione di calore metabolico (MW) è elevata e i sistemi di perdita di calore sono

bassi (E, R, C e K), S sarà positivo; quindi, il sistema si riscalda a tale velocità. Se, tuttavia, i sistemi di perdita di calore sono complessivamente superiori al prodotto della risultante di calore metabolico, S diventerà negativo descrivendo così un sistema che si sta raffreddando. Dato che la produzione di energia metabolica e il lavoro svolto sono regolati dall'attività sportiva e dalla condizione fisiologica dell'atleta, le variabili che l'abbigliamento sportivo deve considerare per la propria realizzazione sono tutti i sistemi di perdita di calore (Rossi, 2015).

I principali requisiti da considerare per l'abbigliamento invernale sono la **regolazione termica**, l'idrorepellenza e l'aerodinamicità.

Un'altra differenza sostanziale tra le varie discipline alpine dal punto di vista della regolazione termica, è l'attività metabolica delle fasi di salita e discesa. La salita tramite impianti è sicuramente diversa dal punto di vista di attività metabolica della salita con le pelli dello scialpinismo e con le ciaspole.

Nello sci alpino per mantenere una temperatura confortevole, è necessario un flusso di calore basso attraverso l'indumento, ovvero l'indumento deve essere altamente isolante per ridurre la perdita di calore durante la fase di salita con gli impianti, dal momento che questa fase può durante anche mezz'ora. Durante la fase di discesa, invece aumenta l'attività metabolica dell'atleta, con la conseguente dispersione del calore. In questo caso l'indumento richiederebbe un flusso di calore più rapido per mantenere accettabile la temperatura della pelle. Questa fondamentale oscillazione dei requisiti di abbigliamento durante lo sci è una delle prime linee guida della progettazione dell'abbigliamento da sci.

Nello scialpinismo, lo scialpinista deve raggiungere l'altitudine attraverso l'utilizzo di una attrezzatura apposita che comprende principalmente attacchi mobili per camminare in salita e pelli di foca. Questo stadio consuma molto energia e richiede quindi un'emissione di energia molto grande, producendo così grandi quantità di calore. Tutti questi fattori portano a una temperatura cutanea locale relativamente elevata e ad un'alta umidità attraverso la produzione di sudore dalla reazione del corpo all'aumento della temperatura. In queste situazioni l'abbigliamento deve fornire un elevato flusso di calore per favorire il raffreddamento e l'allontanamento del sudore prodotto. Durante la discesa, sebbene i livelli di attività e la produzione di calore metabolico possano essere piuttosto elevati, il trasferimento di calore convettivo aumenta molto a causa delle elevate velocità di spostamento e del flusso d'aria che investe lo sciatore. Questo aumento del flusso d'aria provoca un effetto di raffreddamento tale che, rispetto all'ascesa, riduce il flusso di calore tra gli strati.

Attività	Produzione di calore metabolico	Flusso d'aria	Risposta dell'abbigliamento ideale
Salita nello sci alpino	Molto basso	Basso - medio	Alto isolamento, bassa convezione
Discesa nello sci alpino	Medio - alto	Medio - alto	Isolamento medio-basso
Salita nello scialpinismo	Molto alto	Basso	Raffreddamento, altamente traspirante, basso isolamento
Discesa nello scialpinismo	Medio - alto	Medio - alto	Isolamento medio-basso

Fig 12: Attività in confronto tra di loro in base alla produzione di calore, alle differenze di flusso d'aria e all'abbigliamento necessario.

La figura 13 mostra i cambiamenti di attività metabolica che uno sciatore potrebbe avere durante le attività di salita e la discesa. In condizioni normali è necessario cambiare il numero e il tipo di strato che si indossa, a causa degli **sbalzi della temperatura corporea**. Bisogna sempre considerare però, che la montagna è molto pericolosa, anche per i più esperti, e la possibilità di incorrere in pericoli o incidenti è molto alta. Spesso lo sciatore rischia molto di più di **morire per ipotermia**, piuttosto che per ferite o fratture. In tali casi, diventa fondamentale che gli sciatori abbiano **indumenti adeguati** per proteggerli dal freddo.

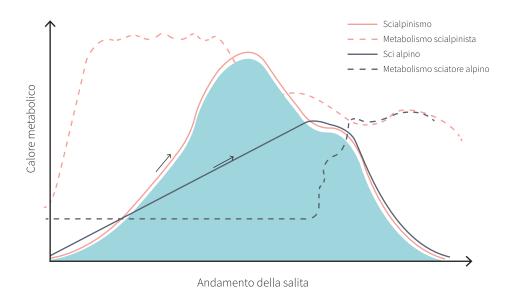


Fig 13: Differenza di metabolismo a confronto per sci alpino e scialpinismo.

Supponendo che l'obiettivo sia raggiungere il massimo comfort, il sistema di abbigliamento dovrebbe ridurre le fluttuazioni di calore sulla pelle, che provocano sudorazione o brividi, riducendo la sudorazione quando il tasso metabolico è basso. La sudorazione è un importante meccanismo di raffreddamento; è efficace quando il sudore viene fatto evaporare usando il calore disponibile per indurre un cambiamento di fase in acqua da liquido a gas. Per fare ciò e dissipare l'energia nell'ambiente, l'abbigliamento deve avere una bassa resistenza al trasferimento di vapore, che è un parametro di progettazione difficile per l'abbigliamento che deve fornire alti livelli di isolamento termico e protezione dal vento. Se non si consente al sudore di evaporare efficacemente, l'umidità si accumulerà e saturerà gli indumenti vicino alla pelle, diminuendo l'isolamento e il comfort nel momento in cui l'attività metabolica sarà più bassa. Lo sciatore, per regolare l'abbigliamento termico è costretto a rimuovere gli strati più esterni e cambiare gli strati vicino alla pelle al termine della fase di salita, per evitare appunto l'accumulo di sudore liquido e asciugare la pelle. Un'altra azione di regolazione, molto apprezzata è l'apertura manuale di prese d'aria dello strato esterno. La ricerca sul comfort termico cerca costantemente di spingere verso "tessuti intelligenti", tessuti in grado di rispondere a uno stimolo interno o esterno (Bechtold, Caven, & Wright, 2015).

Un'altra importantissima caratteristica indispensabile nell'abbigliamento da montagna è una **buona** resistenza meccanica e agli strappi. L'abbigliamento da sci deve essere molto resistente in quanto le cadute su neve e ghiaccio possono causare lacerazioni. Anche il contatto con sci, scarponi, bastoncini e altre attrezzature potrebbe tagliare o penetrare il tessuto.

L'impermeabilità infine, è un requisito essenziale per ogni tipo di abbigliamento da montagna, soprattutto durante il contatto diretto con la neve che poi si scioglie. Questo può accadere quando lo sciatore è caduto, quando nevica e generalmente quando la neve viene sollevata durante lo sci. La neve non è un problema se questa, ancora ghiacciata, scivola via dallo strato esterno immediatamente: i tessuti lisci sono preferibili per lo sci e le attività sulla neve in generale, poiché gli strati esterni pelosi trattengono la neve sul tessuto.

1.5.2 Gli strati dell'abbigliamento da sci

Gli strati dell'abbigliamento sportivo sono:

- Uno strato di base (uno strato elastico stretto che può essere fatto da fibre artificiali o lana che mantiene un sottile strato di aria calda vicino alla pelle); deve mantenersi il più possibile asciutto, garantendo la costanza della temperatura corporea. Proprio per questo il vestiario più a contatto con la pelle deve possedere le caratteristiche della comodità e della traspirabilità.
- **Uno strato isolante** (che può fornire un certo spessore agli strati e intrappolare più aria); fornisce un ulteriore **isolamento termico** e in generale la resistenza termica è correlata allo spessore e alla densità dello strato.
- **Uno strato antivento** (che riduce/arresta la ventilazione dell'aria calda intrappolata);
- Un guscio esterno (uno strato resistente all'acqua e all'aria) caratterizzato da un giacca in hard shell o soft shell, molto sottile e leggera che deve garantire l'isolamento dal vento e la completa impermeabilità. Non ha una funzione termica, ma protettiva. Dal punto di vista commerciale, le tecnologie impiegate sono tecnologie basate sul tipo di tessuto/materiale, che di solito sono marchiate come Gore-Tex®, Ripstop®, Coolmax®, SympaTex® e Pertex®. Nei gusci, le prese d'aria possono aiutare a regolare il comfort termico. Le cerniere sono una caratteristica molto comune, così come le prese d'aria sulle salopette situate sulla parte esterna della coscia.

Solitamente lo shell è composto da membrane come **pellicole microporose** con incorporati filati più resistenti allo strappo. Le **cerniere resistenti all'acqua** (YKK — AquaGuard), che si vedono in molte giacche da esterno, hanno un'importanza crescente per gli sciatori. Funzioni semplici come prese d'aria, paraneve, fodere in pile rimovibili e polsini regolabili contribuiscono a migliorare il comfort durante una giornata sugli sci (Bechtold, Caven, & Wright, 2015).

1.5.3 Sicurezza e protezione

Quando si considera la sicurezza degli sciatori ed alpinisti, ci sono due scenari principali che devono essere considerati. Il primo è l'ambiente. Il tempo nelle regioni alpine cambia rapidamente e può essere estremamente ostile; l'esposizione a periodi prolungati di questo tempo può portare a lesioni e morte potenziale. Il secondo è la natura di questi sport. Gli sport di montagna comportano molti rischi, soprattutto durante le uscite in ambiente, in cui i pericoli non possono essere del tutto previsti e gli sciatori possono incorrere in seri rischi e pericoli, soprattutto i meno esperti.

Strutture tessili leggere per protezione

Recenti incidenti di alto profilo hanno evidenziato non solo la necessità di attrezzature di sicurezza, ma anche la necessità di ulteriori ricerche su tali attrezzature. Rispetto ad altri sport ad alta velocità e sport estremi, gli sport sulla neve sono in ritardo in termini di **protezione contro le lesioni alla testa**. Ad esempio, la mountain bike ha dispositivi di protezione specifici per ogni disciplina. Gli appassionati di mountain bike in discesa, che corrono spesso sugli stessi pendii montani degli sciatori (meno la neve, ma non sempre), hanno sviluppato caschi integrali, protezioni per il corpo e protezioni per il collo e per la colonna vertebrale. Inoltre, lo sport della mountain bike da fondo ha sviluppato caschi open face per un'elevata ventilazione senza sacrificare la protezione offerta. La mountain bike ha il lusso di poter acquisire conoscenze da sport gemelli come il motocross e il ciclismo su strada; tuttavia, lo sci non ha questo lusso.

Lo sci, soprattutto scialpinismo, dispone di dispositivi di protezione come airbag e attrezzature di salvataggio, nonché di servizi di salvataggio. Detto ciò, la necessità di proteggere la testa non è stata di fondamentale importanza in quanto il 10-20% delle lesioni da sci sono lesioni alla testa e il 10% sono lesioni alla testa potenzialmente gravi (Langran & Selvaraj, 2002). Sicuramente il casco può salvare la vita in caso di gravi urti, soprattutto su pista, dove il fondo può essere molto duro. Ciò evidenzia il fatto che ulteriori ricerche devono essere condotte sia nella progettazione e nella selezione dei materiali che nei meccanismi dei caschi da sport sulla neve per garantire che siano adatti a tutti gli scenari.

L'abbigliamento tessile per lo sci dovrebbe essere progettato e scelto per adattarsi all'ambiente e alle capacità e allo stile dello sciatore. Le funzioni di ventilazione possono consentire allo sciatore di rimanere comodi per un periodo di tempo più lungo senza rimuovere gli strati, ma, durante forti cambiamenti di temperatura corporea causata dall'attività metabolica, l'aggiunta o la rimozione di strati fornisce la migliore soluzione di buffering termico. Le ricerche sui materiali e le nuove tecnologie si stanno volgendo verso i tessuti intelligenti, che possono cambiare la loro resistenza termica e traspirabilità con fluttuazioni delle temperature ambientali, della pelle/della temperatura locale e dell'umidità. I tessuti intelligenti potrebbero comprendere il loro ambiente e adattarsi autonomamente per regolare il comfort e proteggere chi lo indossa. Altrettanto interessante per il settore manifatturiero è il crescente metodo di personalizzazione di massa in cui i produttori possono fornire al mercato di massa prodotti su misura che soddisfino le esigenze degli individui (Bechtold, Caven, & Wright, 2015).





2. La moda sostenibile

2.1 Scenario attuale

Il settore tessile è uno de più coinvolti nei processi di innovazione che stanno interessando la nostra economia. È un settore dinamico che ha trovato la capacità di approcciarsi nella ricerca per la sostenibilità, tramite nuovi materiali performanti, nuove tecnologie e nuovi modelli di produzione. L'esigenza di un'economia più sostenibile ha messo in discussione il modello lineare della filiera produttiva tessile: con un nuovo modello circolare, bisogna tener presente tutte le problematiche relative all'impatto ambientale, ricercando nuove soluzioni alternative sia nell'ambito dei materiali che delle tecnologie applicate. (Ungaro, 2019)

Le informazioni che seguono sono l'insieme di una serie di dati raccolti dallo studio approfondito del rapporto della Ellen MacArthur Foundation, A new textiles economy: Redesigning fashion's future del 2017 e delle sue fonti, le quali sono state molto utili per l'approfondimento della tematica della sostenibilità della moda.

A livello globale, l'industria della moda ha un valore di mercato di 406 miliardi di dollari, con il 2% del prodotto interno lordo e impiega oltre 3 miliardi di persone lungo la catena del valore (FashionUnited, 2020); la produzione di cotone da sola rappresenta quasi il 7% di tutta l'occupazione in alcuni paesi a basso reddito. (World Wild Life, 2020)

L'abbigliamento rappresenta oltre il 60% del totale dei tessili utilizzati e si prevede che rimarrà la più grande applicazione tessile nei prossimi anni. (Ellen MacArthur Foundation, 2017) (Angel, 2016)

Negli ultimi 15 anni, la produzione di abbigliamento è quasi raddoppiata, trainata da una crescente popolazione della classe media in tutto il mondo e dall'aumento delle vendite pro capite nelle economie mature. Rappresenta la seconda industria di beni di largo consumo mondiale e quest'ultimo aumento è dovuto principalmente al fenomeno del "fast fashion", con un aumento del numero di collezioni offerte all'anno e a prezzi più bassi, che porta a una produzione fuori misura.







L'attuale sistema di produzione, distribuzione e utilizzo dell'abbigliamento funziona in modo quasi completamente lineare. Grandi quantità di risorse non rinnovabili vengono estratte per produrre abiti che vengono spesso utilizzati solo per un breve periodo, dopodiché i materiali vengono in gran parte smaltiti in discarica o nell'inceneritore. Si stima che oltre la metà del fast fashion prodotto venga smaltito in meno di un anno (Remy, Speelman, & Swartz, 2016). Questo sistema lineare sta portando all'esaurimento delle risorse, inquina e degrada l'ambiente naturale e i suoi ecosistemi e crea

significativi impatti sociali negativi su scala locale, regionale e globale. Il valore economico di questa filiera è difficile da quantificare, ma si può dire che affrontando le problematiche ambientali e sociali legate alla filiera, l'industria della moda potrebbe riscoprire nuove risorse economiche che ancora non ha preso in considerazione.

Riciclaggio

Attualmente, il riciclaggio in nuovo abbigliamento di materiale tessile usato rappresenta meno dell'1% (incluso il riciclaggio a fine vita e i ritagli), con una perdita di oltre 100 miliardi di dollari di materiali ogni anno, considerando che l'87% finisce in discarica o nell'inceneritore (Ellen MacArthur Foundation, 2017) (Wicker, 2016).

Fino al 73% del materiale che entra nella filiera produttiva del settore tessile moda, perde il proprio valore dopo il fine vita del capo d'abbigliamento, contando che già il 12% viene perso durante la produzione del capo (ad es. Ritagli) e il 2% del materiale viene buttato prima ancora di arrivare sul mercato, nella raccolta e smistamento dei capi scartati (Ellen MacArthur Foundation, 2017)(Runnel, Raihan, Castle, Oja, & Bhuiya, 2017). Oltre a queste significative perdite di valore, sono da considerare i costi elevati dello smaltimento degli indumenti.

In tutto il settore, solo il 13% dell'input totale di materiale viene in qualche modo riciclato dopo l'uso dell'abbigliamento (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

La maggior parte di questo riciclaggio comprende la ricaduta in cascata in altri settori e nell'uso in applicazioni di valore inferiore, ad esempio materiale isolante, stracci per pulire e imbottitura dei materassi, che attualmente risultano difficili da recuperare e quindi probabilmente costituiscono l'uso finale, prima dell'arrivo in discarica (Watson & Palm, 2016).

Anche se alcuni paesi hanno tassi di raccolta elevati per il riutilizzo e il riciclaggio (tra cui molti paese dell'Europa del Nord), gran parte degli indumenti raccolti in tali paesi viene esportata in paesi senza infrastrutture di raccolta proprie. Questi preziosi sforzi sicuramente ridanno una seconda vita a molti capi d'abbigliamento, ma alla fine, sappiamo che la maggior parte di questi indumenti non viene poi smaltito nella modalità corretta, finendo in discarica o venendo utilizzato per applicazioni di valore inferiore.



Fig 14: Ciclo globale dell'abbigliamento nel 2015

Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2017

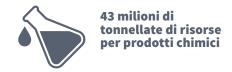
Risorse e consumi

Il sistema lineare del settore tessile di oggi utilizza grandi quantità di risorse con altissimi costi sociali e ambientali. L'industria tessile utilizza risorse non rinnovabili per un totale di **98 milioni di tonnellate all'anno**, incluso petrolio per produrre fibre sintetiche, fertilizzanti per coltivare cotone e prodotti chimici per produrre, tingere e rifinire fibre e tessuti (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Si stima che la produzione di cotone richieda 650.000 tonnellate tra pesticidi e fertilizzanti ogni anno, contribuendo al 16% dell'utilizzo mondiale (80% in Pakistan) (Food and Agriculture Organization for the United Nations, 2017). Prodotti chimici utilizzati nei processi di produzione di fibre e i tessili, come i coloranti o i trattamenti di finitura, rappresentano anche un significativo utilizzo delle risorse stimato a circa 43 milioni di tonnellate in totale (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

L'attuale sistema lineare è la causa principale di richiesta sempre maggiore di risorse con i suoi livelli elevati di produttività e bassi livelli di riciclaggio.





Prodotti chimici

È inoltre riconosciuto che alcuni dei prodotti chimici utilizzati persistono anche nell'ambiente e si accumulano nel tempo, come i fluorocarburi, la formaldeide e i metalli pesanti. Per questo sono necessarie ulteriori prove sugli effetti delle sostanze chimiche utilizzate, al fine di informare le scelte di approvvigionamento ed eliminare la fuoriuscita delle tali. Si stima che ogni anno il settore tessile mondiale impieghi oltre 8000 diverse sostanze chimiche per trasformare le materie prime in prodotti tessili, inquinando le acque dolci (Kant, 2012).

Secondo report recenti, nel 2015, l'industria chimica europea ha prodotto **319 milioni di tonnellate di sostanze chimiche**, ritenendo di queste, 117 milioni di tonnellate pericolose per l'ambiente. La produzione di queste sostanze è cresciuta rapidamente negli ultimi decenni, con delle previsioni in aumento del 3,4% annuo entro il 2030 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018)

La produzione di cotone utilizza il 2,5% delle terre coltivabili del mondo, e conta il 16% di tutti i pesticidi utilizzati (Meyer, 2014); in India il 50% di tutti i pesticidi è utilizzato per la produzione di cotone, con impatti negativi sulla salute degli agricoltori (Maxwell, 2015). Il fiume Citarum in Indonesia, a ovest dell'isola di Giava, ospita nella sua valle oltre 2000 complessi industriali, tra cui 200 fabbriche tessili, che rilasciano coloranti e altri prodotti chimici nell'acqua, cambiando il colore del fiume e devastando l'ecosistema locale e provocando ogni anno più di 50 mila morti (Zenobio, 2018). I prodotti chimici utilizzati nella produzione possono essere trattenuti nei tessuti finiti, causando preoccupazione per il loro impatto su chi li indossa e con al possibilità di rilasciare le sostanze durante il lavaggio o lo smaltimento in discarica. Spesso, questo impatto non è ben valutato; per esempio, per ottenere capi

"non stiranti" resistenti alle pieghe, gli indumenti vengono spesso trattati con **formaldeide**, che è stato classificato come cancerogeno per l'uomo dall'agenzia internazionale per Ricerca sul cancro ed è anche collegata alla dermatite allergica da contatto (Piccinini, Senaldi, & Summa, 2007).

La Banca mondiale stima che il **20% dell'inquinamento delle acque reflue** industriali in tutto il mondo provenga dall'industria tessile e di queste acque, Il **20% è attribuibile alla tintura e al trattamento di tessuti** (Ellen MacArthur Foundation, 2017) (Kant, 2012).

Alcune di queste sostanze sono **bioaccumulabili** e classificate come persistenti, nel senso che possono accumularsi nella catena alimentare e, una volta nell'ambiente, esse rimarranno lì per molto tempo (Greenpeace International, 2011). Nonostante le crescenti preoccupazioni sollevate dalle ONG, dal pubblico e dai responsabili politici, la trasparenza è molto bassa sulle sostanze chimiche utilizzate in tutto il settore, rendendo difficile valutare la portata reale dell'inquinamento e i relativi impatti economici, ambientali e sociali.



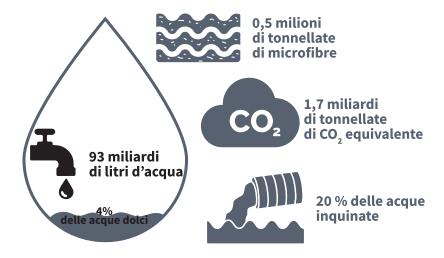
L'eliminazione delle sostanze problematiche è necessario per consentire il riciclaggio su vasta scala e per evitare vari impatti negativi in tutte le fasi della catena del valore. Come citato sopra, la strategia fondamentale per ridurre questo immenso utilizzo, è delineare una filiera delle materie prime controllata e trasparente in tutte le sue fasi.

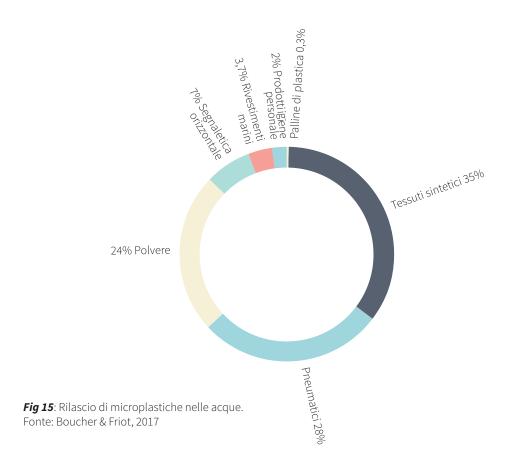
Emissioni e consumo di acqua

Oltre alle sostanze inquinanti, la produzione tessile rappresenta significative emissioni di gas a effetto serra, contando un' impronta del settore che si estende oltre l'uso delle materie prime. Le emissioni di gas a effetto serra (GHG) della produzione tessile nel 2018 sono state pari a 1,7 miliardi di tonnellate di CO_2 equivalente (Compagni, 2019) e la maggior parte delle emissioni deriva dalla catena di produzione, ma in parte provengono anche dall'elevata intensità di GHG della produzione dei materiali tessili, molto più alta della normale plastica. L'uso dell'acqua in tutta la filiera è molto elevato, soprattutto in paragone alle regione di carenza idrica dove sono collocate le più grosse fabbriche tessili. Sulla base dei dati di AQUASTAT di Food and Agriculture Organization of the United Nations, la produzione tessile (compresa l'agricoltura del cotone) utilizza circa 93 miliardi di metri cubi di acqua all'anno, pari al 4% del prelievo globale di acqua dolce (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Microfibre

Durante l'uso tessile, attraverso il lavaggio vengono rilasciati miliardi di microfibre di plastica; la maggior parte di queste alla fine finisce nell'oceano. La plastica che entra nell'oceano è una preoccupazione crescente a causa delle implicazioni negative per l'ambiente e la salute associate. Negli ultimi anni, le microfibre di plastica provenienti dal lavaggio di tessuti a base di plastica, come poliestere, nylon e acrilico, sono state identificate molto problematiche per l'ambiente a causa del fenomeno delle microplastiche. Si stima che 1.5 milioni di tonnellate di microplastiche entrino nell'oceano ogni anno, di cui circa mezzo milione di tonnellate di microfibre di plastica, risultanti dal lavaggio dei tessuti, rilasciate nell'oceano; rappresentando il 35% di tutte le microplastiche rilasciate, con la prevalenza di microfibre di poliestere (Boucher & Friot, 2017).





Negli ultimi anni, le microfibre sono state identificate come uno dei principali responsabili di questo problema.

Nonostante queste ricerche molto dettagliate il numero effettivo di microfibre rilasciate dal lavaggio dei vestiti è difficile da misurare e le stime variano ampiamente. Probabilmente la quantità di microfibre è molto superiore a quella stimata. Se l'industria di tessuti continua a crescere al ritmo attuale, il peso accumulato delle microfibre di plastica che entrano nell'oceano tra il 2015 e il 2050 supererebbe i 22 milioni di tonnellate (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Attualmente il trattamento delle acque reflue non impedisce comunque la possibilità di diminuire la quantità di microfibre nell'ambiente e negli oceani, poiché fino al 40% delle microfibre fuoriesce dagli impianti di trattamento attraverso i fanghi di depurazione e le perdite dalle discariche. (Hartline, Bruce, Karba, Ruff, Sonar, & Holden, 2016).

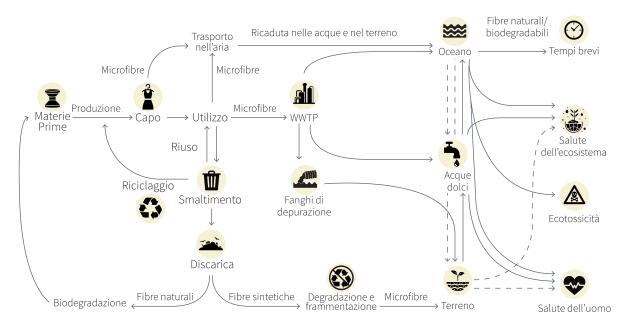


Fig 15: Processo dispersivo delle microfibre Fonte: Hartline, Bruce, Karba, Ruff, Sonar, & Holden, 2016

Impatto futuro

Secondo le attuali analisi di mercato, la richiesta di acquisto di nuovi abiti sta crescendo velocemente, grazie anche allo **sviluppo frenetico dei mercati dell'Asia e dell'Africa**, ipotizzando una crescita delle vendite totali di indumenti di 160 milioni tonnellate nel 2050, più di tre volte la quantità odierna. Ciò comporterebbe un aumento sostanziale degli impatti negativi del settore (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Il rilascio di microfibre di plastica nell'oceano a causa del lavaggio dei tessuti potrebbe crescere a 0,7 milioni di tonnellate all'anno entro il 2050, l'equivalente materiale di circa 4 miliardi di capi in poliestere. La quantità accumulata che entra nell'oceano tra il 2015 e il 2050 supererebbe i 22 milioni di tonnellate, circa i due terzi delle fibre a base di plastica utilizzate per produrre indumenti ogni anno.

Le materie prime e le risorse indispensabili come l'acqua, potrebbero cominciare a scarseggiare e diventare troppo preziose. L'immissione di materie prime fossili per la produzione di prodotti tessili raggiungerebbe le 160 milioni di tonnellate entro il 2050.

La gestione dei rifiuti tessili diventerebbe sempre più impegnativa. Nello scenario consueto, nel 2050 oltre 150 milioni di tonnellate di indumenti verrebbero smaltiti in discarica o bruciati.

Tra il 2015 e il 2050 il peso di questi vestiti si accumulerebbe a più di dieci volte quello della popolazione mondiale di oggi (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Mantenere la produzione e gli approcci attuali nell'industria dell'abbigliamento inizierà a compromettere la redditività del settore, che è sempre stato tra i più stabili e redditizi, anche durante i periodi di crisi profonda. Pulse of fashion industry riferisce che entro il 2030 i marchi di moda potrebbero vedere un calo dei profitti di circa 45 miliardi di Euro per l'industria. Il rapporto stima anche una strada positiva

da inseguire, che prevede un vantaggio complessivo per l'economia mondiale di circa 160 miliardi di Euro entro il 2030, se l'industria della moda affrontasse con successo questioni ambientali e sociali (Global Fashion Agenda & The Boston Consulting Group, 2017).

Gli impatti ambientali negativi sopra descritti, insieme a incidenti sociali di alto profilo come il disastro di Rana Plaza nel 2013, in cui sono stati uccisi oltre 1.000 lavoratori, hanno attirato l'attenzione internazionale sugli impatti sociali associati alla filiera produttiva del settore tessile e dell'abbigliamento (Butler, 2013). Anche le ONG stanno generando consapevolezza degli impatti ambientali e sociali negativi del settore. Come la campagna di Greenpeace Detox my fashion, e altre iniziative che hanno scosso la coscienza di consumatori e produttori sull'attuale scenario del settore, chiedendo di introdurre strategie sostenibili lungo la filiera e scegliere fornitori in linea con le leggi europee di utilizzo di determinate sostanze e agenti chimici. In un altro esempio, Fashion Revolution ha creato una campagna di sensibilizzazione sul modo in cui vengono fabbricati i vestiti, con la settimana della rivoluzione della moda che invita persone e organizzazioni a lavorare insieme per supportare un nuovo atteggiamento nel modo di produrre, acquistare e consumare gli abiti (Fashion Revolution, 2015).



2.2 Una nuova economia tessile

Negli ultimi anni, l'industria tessile e i suoi clienti sono diventati sempre più consapevoli degli impatti ambientali e sociali negativi dell'attuale sistema. Marchi e rivenditori hanno iniziato ad affrontare specifiche sfide ambientali o sociali all'interno delle loro filiere, sia individualmente che attraverso organizzazioni e iniziative a livello di settore. Tuttavia, la maggior parte di questi sforzi si concentrano sulla riduzione dell'impatto dell'attuale sistema lineare, per ad esempio, utilizzando tecniche di produzione più efficienti o riducendo l'impatto dei materiali piuttosto che adottare un approccio sistemico a monte per affrontare direttamente la causa alla radice della natura dispendiosa del sistema. Il report "A new textile economy" di Ellen Mcarthur foundation propone una visione per una nuova economia tessile in linea con i principi di un'economia circolare.

In una nuova economia tessile, vestiti, tessuti e fibre vengono mantenuti al massimo valore durante l'uso e rientrano nell'economia dopo l'uso, senza mai finire come rifiuti. Ciò fornirebbe a una popolazione mondiale in crescita l'accesso a qualità, **abbigliamento accessibile e personalizzato**, rigenerando al contempo il capitale naturale, limitando l'inquinamento e utilizzando risorse ed energia rinnovabili. Tale sistema sarebbe distribuito tra le imprese di tutte le dimensioni nel settore in modo che tutte le parti della catena del valore possano pagare bene i lavoratori e fornire loro buone condizioni di lavoro (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Ciò porterebbe a un **miglioramento economico**, risultati ambientali e sociali, cogliendo le opportunità mancate dall'attuale, lineare sistema tessile. Molte aziende stanno già proponendo e attuando una varietà di soluzioni diverse per diverse applicazioni e le loro interazioni vengono sempre più prese ad esempio per la possibilità di intraprendere **nuove ambizioni sostenibili**. Il cambiamento di rotta non è immediato e non può portare profitti a breve termine: è necessario coinvolgere l'intera catena produttiva, dalle imprese, al settore pubblico, alla comunicazione e alla progettazione.

Un economia tessile circolare è pensata per potersi **rigenerare da sola**, utilizzando la materia scartata o biodegradabile, come input materiale di una nuova catena produttiva.

Una nuova economia tessile che si basa sui principi di un'economia circolare sostenibile potrebbe avere le seguenti caratteristiche (Ungaro, 2019):

- Contenimento e risparmio di consumi idrici ed energetici;
- Utilizzo di energie e risorse rinnovabili;
- Eliminazione o limitazione di sostanze chimiche tossiche;
- Investimenti di rigenerazione dei sistemi naturali;
- Attenzione all'inquinamento idrico e ambientale;
- Selezione a monte di materie prime sostenibili (riciclabili o biodegradabili);
- Riciclo di prodotti pre e post consumo;
- Tracciabilità della filiera produttiva;
- Riflessioni del costo vero ambientale e sociale dei materiali e dei processi di produzione;
- Certificazioni inerenti i processi produttivi e materiali.

Come parte della promozione della salute generale del sistema, una nuova economia tessile presenta nuove opportunità di crescita distribuita e inclusiva. Crea un fiorente ecosistema di imprese da piccole a grandi, mantenendo e quindi diffondendo abbastanza del valore creato in modo che le imprese e i loro dipendenti possano partecipare pienamente all'economia in generale.

Al di là del concetto dell'economia circolare, molto interessante e appropriato per quanto riguarda una nuova progettazione dell'industria tessile, è fondamentale applicare **un nuovo comportamento** da parte dell'intera filiera, per poter diminuire complessivamente le emissioni di CO2, eliminare le sostanze tossiche, le microfibre e ridurre i rifiuti in discarica.



Trattamento dei prodotti senza sostanze tossiche o dannose



Implemento di materiali riciclati e riciclabili



Eliminazione del problema delle microfibre



Riduzione dei consumi di



Diminuzione della produzione intensiva di abbigliamento



Utilizzo di energie rinnovabili e pulite

CONCETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

L'economia circolare descrive un'economia industriale che ha come obiettivo ultimo quello di non produrre rifiuti e inquinamento lungo la catena di produzione, di utilizzo e smaltimento di prodotti e servizi.

Il concetto di Circolarità descrive i "flussi di risorse" che entrano e escono dai processi di generazione di prodotti, edifici, infrastrutture, paesaggi, concetti o servizi ("sistemi") con una connessione precedente e successiva a un altro processo di generazione. In questo senso l'output di un sistema diventa l'input di risorse dell'altro, eliminando il concetto di spreco e creando vantaggi reciproci al sistema, alla società e all'ecosistema. La circolarità ha una componente temporale che consiste nel mantenere le risorse all'interno del sistema di generazione per ottimizzarne il valore e minimizzare i "costi" di trasferimento prima di entrare in un altro sistema.

L'economia circolare distingue due diversi flussi materici, i **nutrienti biologici**, progettati per rientrare nel metabolismo biologico biodegradandosi, e i **nutrienti tecnici**, che circolano di continuo all'interno del ciclo industriale di produzione senza entrare nella biosfera. Tutti i prodotti, materiali e scarti sono nutrienti: i nutrienti biologici (fibre naturali biodegradabili, polimeri compostabili e biodegradabili) rientreranno nei cicli ecologici senza alterarne il metabolismo; i nutrienti tecnici dovranno essere riciclati

mantenendo l'alta qualità dei materiali (fibre sintetiche e artificiali riciclate, lana e cotone riciclati).

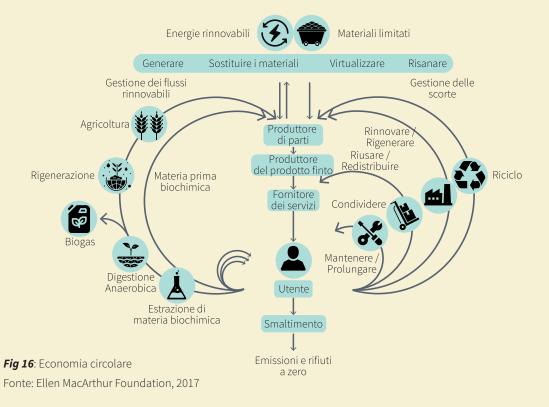
I flussi possono essere risorse di vario genere: materia (materiale, energia, liquidi, gas), finanziarie e anche di tipo sociale (amicizia, conoscenza o identità). I flussi hanno valute quantificabili, come emissioni equivalenti di anidride carbonica, metri cubi di acque reflue, kg di materiali, kWh di energia o valute qualitative, come la generazione di conoscenza, la costruzione dell'identità e la condivisione di competenze.

Lo scopo è quello di imitare il più possibile il funzionamento del **metabolismo ecosistemico** della natura, portando una **crescita qualitativa del benessere della comunità**.

Un altro elemento importante dell'economia circolare, oltre alla circolarità dei flussi è il passaggio dal comprare il prodotto all'usufruire del **servizio**. L'economia di servizi può sfruttare al massimo l'utilizzo di un prodotto messo a disposizione dell'utente, occupandosi di smaltire i nutrienti tecnici senza perderne la qualità (servizio di noleggio di abiti, smaltimento dei capi d'abbigliamento).

L'economia circolare rappresenta un cambiamento sistemico che costruisce sistemi resistenti e in armonia con l'ecosistema, genera **opportunità economiche, commerciali e sociali**.

Il modello di economia circolare sintetizza diverse importanti scuole di pensiero tra cui l'economia funzionale dei servizi (economia delle prestazioni) di Walter Stahel; la filosofia di design Cradle to Cradle di William McDonough e Michael Braungart; la biomimetica di Janine Benyus; l'ecologia industriale di Reid Lifset e Thomas Graedel; il capitalismo naturale di Amory e Hunter Lovins e Paul Hawken; e l'approccio dei Cluster della **Blue Economy** teorizzata da Gunter Pauli.



La campagna Detox My Fashion

Si potrebbe dire che l'attenzione alla sostenibilità e all'impatto della produzione tessile sull'ambiente e sulla salute dell'uomo è aumentata decisamente nel **2011, con la campagna Detox di GreenPeace**; da quella data, la sensibilità nei confronti di questi argomenti ha colto consumatori e aziende in tutto il mondo.

Detox My Fashion è una campagna che è stata lanciata da GreenPeace nel 2011. L'obbiettivo della campagna è stato quello di rendere più sostenibile il settore della moda, invitando i brand di moda ad **una produzione più sostenibile per l'ambiente**. GreenPeace si è rivolta soprattutto alle catene di distribuzione Fast Fashion e ai brand di lusso, invitando all'adesione i più grandi brand di moda su scala mondiale.

L'obiettivo della campagna è stato quello di **eliminare le sostanze tossiche nocive per l'ambiente e per le persone**, che stavano creando danni enormi agli ecosistemi e alla salute delle persone, sia chi doveva produrre gli indumenti, sia chi doveva indossarli. Da vari studi chimici, le sostanze tossiche si diffondo nell'ambiente tramite l'aria, l'acqua e il terreno, rilasciando sostanze nocive durante la produzione, ad ogni lavaggio e al contatto con la pelle.

Nella maggior parte dei casi, si è visto che queste sostanze tossiche possono essere sostituite da altre sostanze chimiche meno tossiche e pericolose.

GreenPeace si è impegnata a sviluppare un documento con regole chiare, e tempi di esecuzione da rispettare, in seguito alla campagna Detox, che molte aziende e grandi marchi hanno preso in considerazione, spinte anche dal grande interesse che stava avendo la ricerca della sostenibilità tra i consumatori, sempre più attenti e consapevoli alla salute e all'ambiente.

L'obiettivo di GreenPeace e della sua campagna è quello di **eliminare completamente le sostanze tossiche dalla produzione di abbigliamento entro il 2020**. Il programma Detox 2020 si presenta quindi come una guida alla produzione tessile sostenibile per le aziende e l'industria della moda.

In Italia ci sono **51 aziende di moda che hanno aderito alla campagna Detox My Fashion**, assumendosi la responsabilità di creare una nuova idea di moda sostenibile, riprogettando l'intera filiera, scegliendo i fornitori che rispettano le regole di Detox, sia nelle fasi di produzione, sia nella presenza di queste sostanze nel capo finito (Perinelli, 2016).

Oggi esiste una certificazione molto importante, **OEKO-TEX standard 100**, che fornisce indicazioni sull'assenza di sostanze nocive nel capo d'abbigliamento che si vuole acquistare.

2.2.1 Ridurre le sostanze chimiche nella filiera

L'adozione diffusa di pratiche collaborative guidate dall'industria che eliminano gradualmente le sostanze problematiche potrebbe creare un rapido slancio verso una nuova economia tessile. Allineare gli sforzi verso un obiettivo comune ambizioso potrebbe ampliare più rapidamente l'adozione di elenchi di sostanze soggette a restrizioni (RSL), (MRSL) e standard volontari.

L'ambiguità e la poca chiarezza del settore e la scarsa trasparenza sui prodotti chimici utilizzati creano delle condizioni critiche e complesse da affrontare per l'eliminazione delle sostanze pericolose.

Migliorare la trasparenza lungo la catena di approvvigionamento consentirebbe la possibilità di scegliere fornitori migliori e contribuire a eliminare gradualmente le sostanze più inquinanti.





The Better Cotton Initiative (BCI), è una campagna che ha come obiettivo quello di migliorare la produzione globale di cotone sia per le persone che lo producono, che per l'ambiente, e ha dimostrato la velocità con cui gli impegni guidati dall'industria possono influenzare il cambiamento. Nel 2010, il cotone BCI rappresentava il 3,6% di tutto il cotone prodotto a livello globale; entro il 2018 questo era aumentato al 19%, con 2,2 milioni di coltivatori di cotone in 21 nazioni in tutto il mondo. Oltre il 99% degli agricoltori BCI sono piccoli proprietari agricoli che coltivano su meno di 20 ettari di terra. (Better Cotton Initiative, 2018)

Ciò nonostante, attualmente, i fornitori di prodotti chimici non sono tenuti a specificare gli ingredienti esatti dei loro prodotti chimici, come la composizione dei coloranti e altre specifiche. In un rapporto del KEMI del 2016, tra le oltre 3.500 sostanze chimiche identificate come potenzialmente utilizzate nella produzione di tessuti, oltre 1.000 di esse (quasi il 30%) sono state elencate come riservate e quindi non possono essere incluse per l'analisi. La loro valutazione è stata che su poco più di 2.400 sostanze rimanenti, oltre 350 sostanze hanno proprietà particolarmente pericolose.

La maggior parte degli articoli tessili sul mercato dell'UE (circa l'80%) sono fabbricati al di fuori dell'UE e sono coperti in misura minore dal regolamento REACH, che limita le informazioni rese disponibili su tali sostanze. La cifra di poco più di 350 sostanze identificate come particolarmente pericolose è probabilmente una sottostima del numero effettivo di sostanze nei tessuti che possono rappresentare un rischio per la salute umana e l'ambiente. (KEMI Swedish Chemicals Agency, 2016)

Esistono delle certificazioni competenti che sono in grado di esaminare l'uso di prodotti chimici utilizzati nella produzione, come **bluesign e Oeko-Tex**, che dimostrano che i prodotti sottoposti soddisfano gli standard specifici.

Le certificazioni possono supportare un aumento della trasparenza, ad esempio, le certificazioni **GreenScreen** e **Cradle** to **Cradle** richiedono una valutazione e una completa divulgazione dei materiali utilizzati in un prodotto (GreenScreen for Safer Chemicals, 2013).

L'intervento degli enti pubblici è inoltre fondamentale per regolare l'utilizzo di queste sostanze e incentivare a utilizzare fornitori trasparenti. Ad esempio, l'UE, con il suo regolamento REACH, limita già l'uso di determinati prodotti chimici nella produzione tessile come coloranti azoici, perfluoroottano solfonati (PFOS), nichel, NPE e alcuni ritardanti di fiamma bromurati (Torkkeli, 2013).

I produttori chimici hanno iniziato a fare ricerca e sviluppare nuove agenti necessari nella produzione di tessuti che non contengano sostanze chimiche soggette a restrizioni. Ad esempio, la società chimica Archroma ha sviluppato **EarthColours®**, coloranti ad alte prestazioni sintetizzati dai rifiuti delle industrie agricole o erbacee non commestibili come foglie o gusci di noce. I coloranti EarthColors® sono completamente tracciabili, dal materiale di scarto naturale al negozio; inoltre sono privi di ferro e formaldeide e possono sostituire i coloranti a base di olio convenzionali per fibre di cellulosa (Archroma, 2015)

Il produttore di sostanze chimiche DyStar ha prodotto una gamma di coloranti che hanno ottenuto

la certificazione Cradle to Cradle Gold e sono stati utilizzati in un progetto pilota su larga scala con il rivenditore di abbigliamento C&A. Il progetto si chiama "Beyond Surface Technologies" e ha come obiettivi ridurre le emissioni di carbonio dalla filiera tessile, eliminare le sostanze chimiche pericolose e vietate, abbassare i livelli di sostanze dannose rilasciate nell'acqua e nell'aria e, in fine, ridurre i consumi di risorse energetiche da combustibili fossili. Inoltre ha sviluppato un resistente idrorepellente che non utilizza i PFC, Midori (Beyond, 2020)

I coloranti a base di alghe possono offrire un'alternativa ai tradizionali coloranti tessili, come dimostrato, ad esempio, dal progetto Seacolours di EU Life: per il progetto sono state selezionate 8 microalghe e cianobatteri e 6 specie di alghe marine con un elevato potenziale di sfruttamento industriale come produttori di coloranti. Sono state validate e dimostrate l'applicabilità dei coloranti di nuova generazione in due diversi metodi di finitura tessile (tintura e stampa), migliorando il processo di tintura per ottenere tessuti colorati di buona qualità riducendo al minimo la necessità di sostanze chimiche (EU Life, 2015)





2.2.2 Passare all'agricoltura rigenerativa

Esiste una significativa opportunità di transizione verso l'uso di metodi rigenerativi in agricoltura, includendo, per esempio, l'agricoltura biologica, no-till e il pascolo riparativo.

Un sistema agricolo rigenerativo preserva l'integrità dell'ecosistema naturale di un'azienda agricola, aumentandone la salute, la biodiversità e la resilienza. Evitando l'utilizzo di sostanze tossiche, le perdite di nutrienti sono ridotte al minimo e la salute del suolo non è solo preservata ma migliorata (EJF, 2007). Il cotone biologico certificato, che vieta gli input di fertilizzanti sintetici e pesticidi, rappresenta meno dell'1% del mercato mondiale del cotone, mentre il cotone Better Cotton Initiative (BCI), che riduce questi input, rappresenta circa il 19%.

L'agricoltura rigenerativa è un modo per creare un'agricoltura che funziona come un'eco-sistema, in cui la rotazione delle colture sono rispettate e vengono utilizzati fertilizzanti e diserbanti naturali. Questo tipo di agricoltura giova molto alle comunità locali, che traggono guadagno dai loro terreni in quella che viene definita economia generativa, poiché genera valore per la sua comunità.

2.2.3 Ridurre il rilascio di microfibre

Nonostante sia chiaro ed evidente che esista un problema serio a livello mondiale per quanto riguarda il rilascio di microfibre di plastica, non è stato ancora attuato un cambiamento per quanto riguarda la scelta dei materiali per il settore tessile. L'industria dell'abbigliamento outdoor è stata fin ora la più motivata nel prendere una decisione consapevole sul problema delle microfibre e cominciare ad approfondire le indagini e cercare nuove soluzioni.

I marchi del settore dell'abbigliamento stanno intraprendendo azioni individuali. Ad esempio, il marchio di abbigliamento **Patagonia** sta investendo nella ricerca per aumentare la comprensione delle fonti di queste fibre, delle conseguenze che potrebbero avere e delle potenziali soluzioni. Dal 2018, hanno iniziato a collaborare con Patagonia, **Arc'teryx**, **REI**, **MEC** (Mountain Equipment Co-op) e **Metro Vancouver** per avviare un programma di ricerca multifase per studiare le fonti di inquinamento da microfibra sintetica e identificare le migliori soluzioni (Chastain, 2019).

La ricerca in corso sta ancora cercando di comprendere i reali impatti ambientali e sulla salute umana del rilascio di microfibre nelle acque e non solo. È indispensabile includere il parametro del rilascio di microfibre tra quelli utilizzati per valutare l'impatto ambientale dei tessuti nello **strumento LCA** per determinare più da vicino i reali impatti ecologici. Una volta comprese le reali quantità di microfibre e il loro ruolo nella catena di produzione e smaltimento, è necessario comprendere e investire in nuove **misure di mitigazione del fenomeno** in tutte le fasi del prodotto, dalla produzione, all'utilizzo, allo smaltimento (Henry, Laitala, & Klepp, 2019).

Data la variabilità dei risultati della ricerca fino ad oggi, sono necessari ulteriori lavori per costruire una solida base di prove che consenta un'azione mirata per affrontare le sfide del rilascio di microfibre.

Gli attori di tutta la catena del valore hanno un ruolo da svolgere nella creazione di una significativa riduzione del rilascio della microfibra in generale.

Esistono tecnologie per ridurre le perdite di microfibra durante il lavaggio, ma queste devono essere ancora collaudate e adottate su larga scala. Gli imprenditori hanno risposto alla sfida creando accessori

per il bucato, come **Guppy Friend** (Guppyfriend) e **CoralBall** (CoralBall) per catturare le microfibre durante il lavaggio. Inoltre, i filtri della lavatrice in grado di catturare le microfibre sono disponibili sul mercato, come quello sviluppato da **Wexco** (Wexco Environmental), ma sono attualmente costosi e difficili da installare. Poiché le lavatrici non sono attualmente dotate di tali filtri, progressi immediati in questo settore richiederebbero lo sforzo di aggiornare milioni di lavatrici già in uso, cosa che potrebbe essere fatta sulle lavatrici industriali e delle lavanderie, come investimento ambientale. Una volta catturate, le microfibre devono essere **raccolte e smaltite correttamente**, evitando l'accumulo in discarica, ma trovando una soluzione concreta di riciclaggio.

Gli impianti di trattamento delle acque reflue svolgono un ruolo fondamentale nel destino delle microfibre nell'ambiente, stimando l'efficienza della rimozione delle microfibre negli effluenti nell'ordine del 95-99%. Nonostante gli alti tassi di cattura, lo scarico degli effluenti rimane una fonte significativa di microplastiche a causa degli **elevati volumi**. Ad esempio, le acque reflue scaricate nel Golfo di Finlandia contenevano 4.9 ± 1.4 microfibre per litro, una concentrazione 25 volte superiore a quella dell'acqua di mare ricevente: anche quando le microfibre vengono completamente rimosse dall'acqua scaricata, hanno ancora il potenziale per trovare la loro strada nell'ambiente durante lo smaltimento di fanghi di depurazione. È importante sottolineare che non tutte le acque reflue passano attraverso gli impianti di trattamento e vi è una carenza di dati per quantificare il rilascio di microfibre direttamente nell'ambiente dal lavaggio dei vestiti, specialmente nei paesi in via di sviluppo (Henry, Laitala, & Klepp, 2019).

Sono necessarie ulteriori innovazioni nei processi di trattamento e indagine sulle opzioni di investimento per ridimensionare la cattura efficace di microfibre, che contribuirà a ridurre le perdite a medio termine, ma è improbabile che risolva il problema generale.

2.2.4 Aumentare la vita degli abiti e diminuire la produzione intensiva di nuovi capi

La moda fast fashion ha cambiato negli ultimi decenni, il concetto di acquisto e necessità di capi d'abbigliamento. Oltre alle collezioni stagionali, escono ogni anni fino a 3 collezioni intermedie, che richiedono una produzione non-stop di capi d'abbigliamento a prezzi ridicoli, che spingono i consumatori ad acquistare abiti che indosseranno solo per pochi mesi, una o due volte, per poi essere dimenticati infondo all'armadio o gettati in discarica. Uno degli obiettivi dell'industria tessile circolare è quello di aumentare la consapevolezza dei consumatori e degli stilisti, per ridurre drasticamente la produzione sfrenata di collezioni infra-stagionali e l'acquisto di abiti unitili.

Aumentare il numero medio di volte che si indossano gli abiti è la leva più diretta per mantenere il loro valore, ridurre i rifiuti e l'inquinamento legati al sistema tessile. Progettare e produrre abiti di qualità superiore e fornire loro accesso tramite nuovi modelli di business contribuirebbe a spostare la percezione dell'abbigliamento da un articolo usa e getta ad un **prodotto durevole**.

A livello globale, i clienti perdono fino a **460 miliardi di dollari ogni anno gettando via i vestiti** che potrebbero continuare a indossare (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Per giungere a questi obiettivi, è possibile descrivere alcune strategie interessanti da attuare nella nuova economia tessile:

- Aumentare il noleggio di abbigliamento a breve termine.

Quando gli indumenti possono essere indossati più spesso, un cliente è in grado o è disposto a farlo, i modelli di noleggio potrebbero fornire un'opportunità commerciale interessante. Per i clienti che desiderano frequenti cambi di abbigliamento, i modelli in abbonamento possono offrire un'alternativa all'acquisto frequente di nuovi vestiti.

- Rendere la durabilità più attraente.

Mentre il noleggio di abbigliamento a breve termine può catturare il valore della durabilità distribuendo l'uso dell'abbigliamento tra molte persone diverse, per determinati tipi di abbigliamento e segmenti di clientela, la qualità e la durata sono caratteristiche indispensabili che determinato l'acquisto di un determinato indumento. In questi segmenti, molti clienti apprezzano l'abbigliamento di alta qualità e resistente, ma la mancanza di informazioni impedisce l'acquisizione del valore completo. Per abiti che sono già stati usati e diventano indesiderati, ma sono ancora abbastanza resistenti da poter essere riutilizzati, i modelli di rivendita potenziati offrono un'opportunità interessante. Un focus sulla fornitura di acquisti di qualità che durano più a lungo incoraggia anche lo sfruttamento di nuove tecnologie che offrono una migliore vestibilità e personalizzazione per la massima soddisfazione del cliente.

- Aumentare ulteriormente l'utilizzo dell'abbigliamento attraverso gli impegni e la politica del marchio. Determinare tassi di utilizzo elevati richiede un impegno nel progettare capi che durano nel tempo: una transizione del settore che potrebbe essere avanzata attraverso linee guida comuni e maggiore trasparenza.

Per alcuni tipi di abbigliamento e segmenti di clientela esiste già una domanda di abbigliamento duraturo e di alta qualità. Tuttavia, attualmente, i clienti spesso non dispongono delle informazioni di cui hanno bisogno per giudicare la durabilità degli abiti che acquistano. Tale trasparenza potrebbe essere creata attraverso un'etichettatura di qualità chiara e allineata o attraverso garanzie di durabilità.

Casi studio

The Renewal Workshop collabora con i marchi di abbigliamento per creare valore dai loro articoli restituiti in negozio, implementando un canale di vendita di abbigliamento indesiderato di alta qualità. Fondata nel 2016, l'azienda offre ai rivenditori un servizio completamente esteriorizzato, gestendo la logistica, la riparazione, la pulizia e la rivendita di articoli che i clienti restituiscono per qualsiasi motivo, indipendentemente dal fatto che l'abbigliamento sia inutilizzato, leggermente usato o che necessiti di riparazione. Le commissioni di partenariato per la lavorazione dell'abbigliamento sono paragonabili a quelle che i rivenditori pagherebbero normalmente per la gestione dei rifiuti, ma piuttosto che smaltire l'abbigliamento, questo viene rivenduto, sia in negozio dai marchi, sia sul sito Web di The Renewal Workshop.

Tutti gli indumenti rivenduti sono certificati di qualità e rinnovati vengono lavati e igienizzati. L'obiettivo è quello di incentivare l'acquisto di abbigliamento sportivo usato attraverso più utenti, fornendo abiti usati di alta qualità a prezzi interessanti. Delle scorte che The Renewal Workshop riceve dai rivenditori, il 65% viene rivenduto, mentre la metà del resto viene utilizzata per produrre altri prodotti come astucci per matite (The Renewal Workshop).

ArmadioVerde è una startup italiana che, affidandosi alla sharing economy, crea un mercato sostenibile dell'usato e contiene gli sprechi. L'idea nasce dalla necessità di dare un servizio concreto e funzionale nella gestione dell'abbigliamento usato, con la comodità dell'e-commerce. Gli utenti, tramite la piattaforma, possono lasciare i vestiti che non utilizzano più, scambiandoli con altri, tramite un sistema di guadagno di punti spendibili nell'acquisto di articoli dal sito. Dalla sua nascita, Armadio Verde ha reso possibile lo scambio di 180.000 vestiti, contando circa 25 tonnellate di cotone, 7,5 di fibre sintetiche e 1,5 di lana che, essendo stati riciclati al posto che prodotti ex novo, nelle stime dell'azienda equivalgono a 135 tonnellate di CO2 e 225 milioni di litri di acqua risparmiati (Tuseo, 2018).

2.2.5 Riciclaggio degli abiti e materiali riciclati

Marchi e rivenditori sono consapevoli che i consumatori sono sempre più interessati all'impatto ambientale dell'abbigliamento.

Il radicale miglioramento del riciclaggio consentirebbe all'industria di recuperare in parte il valore materiale dei capi che non possono più essere utilizzati. L'uso di materiali riciclati piuttosto che vergini offre anche l'opportunità di ridurre drasticamente gli input di risorse non rinnovabili e gli impatti negativi del settore.

Il riciclaggio dei tessuti e dei materiali tessili è in realtà un'usanza da ormai moltissimi anni, soprattutto per quanto riguarda i capi mono-materici e di materiali naturali (lana, cotone); nonostante ciò le tecnologie di riciclaggio presentano ancora limiti significativi. Ad esempio, i processi di riciclaggio meccanico distruggono i materiali per recuperare le fibre, ottenendo comunque un prodotto di qualità inferiore rispetto ai materiali vergini. Mentre le tecnologie di riciclaggio chimico possono riportare le fibre alla qualità vergine, non sono ancora tecnologicamente sviluppate e ancora molto costose.

A causa di queste mancanze, generalmente, i tessuti più usati finiscono in discarica, occupando sempre più spazio e rinunciando al valore intrinseco che il materiale possiede ancora. Una volta scartato in questo modo, l'abbigliamento provoca ancora impatti ambientali negativi. I tessuti non riciclati causeranno un enorme impatto ambientale se non correttamente smaltiti; maggior ragione se si parla di materiali polimerici, che a causa dei cambiamenti di proprietà e della degradazione della fibra, si convertono in microplastiche.

Oggi la forma dominante di riciclaggio è il **circuito aperto**, che fa ricadere la fibra in **applicazioni tessili secondarie**. Queste sono spesso applicazioni industriali, come isolamento termico, isolamento acustico, assorbenti di olio e ammortizzazione a molla. In questi processi il filato viene solitamente riciclato in un tessuto di valore inferiore (Textiles Update, 2013).

L'obiettivo dell'economia circolare è riciclare i tessuti da abbigliamento in nuovi vestiti in un **ciclo chiuso**. Ciò richiede il **riciclaggio da fibra a fibra**. L'aumento di consapevolezza generale del significativo impatto ambientale della produzione e dell'uso dell'abbigliamento nei paesi più occidentalizzati ha portato a iniziative a livello nazionale per migliorare questi effetti attraverso un **maggiore riutilizzo e riciclaggio**. Attualmente sono in corso azioni per aumentare la raccolta di abbigliamento o (in particolare nei paesi

nordici) per deviare l'abbigliamento dall'incenerimento ad altri scopi più efficienti sotto il profilo delle risorse (ibid.).

I materiali riciclati, utilizzati per creare fibre e tessuti, molto spesso provengono da altri settori industriali, come le **bottiglie di PET**, che in realtà conta, in rapporto al totale di fibre sintetiche prodotte, una quantità molto bassa degli input per la produzione di abbigliamento.

Produttori di filati, come **Polygenta** (Polygenta, 2013), il marchio **Recover** (Recover, 2018), **Unifi** (con il loro marchio **Repreve** (Repreve, 2008) e **Sinterama**, in provincia di Biella, con il loro innovativo prodotto **NewLife** (NewLife, 2018), sono solo alcuni citati che producono poliestere riciclato da bottiglie in PET.

Se fino a 10 anni fa, il tessuto derivante da bottiglie di PET, sembrava dovesse diventare l'innovazione del secolo che avrebbe cambiato il modo di riutilizzare la plastica, oggi le opinioni riguardo a questo tipo di riciclaggio, sono molto controverse. La domanda sorge spontanea: perché recuperare la plastica dalle bottiglie riciclate e non da capi d'abbigliamento riciclati, permettendo di creare flussi di economia circolare chiusi?

Sembra che il riciclaggio su vasta scala dei capi di abbigliamento sia ostacolato da una disconnessione tra i processi di progettazione e riciclaggio. Il modo in cui gli indumenti sono fabbricati, incluso il modo in cui i tessuti sono costruiti e scelti per l'abbigliamento, raramente considera la riciclabilità dei materiali. In particolare, il numero sempre crescente di materiali e miscele immessi sul mercato rende difficile catturare l'intero valore materiale dei vestiti usati.

È quindi fondamentale riconsiderare l'intera filiera, per permettere di includere la possibilità di riciclaggio nel ciclo vita dei materiali. Oggi ci sono le tecnologie sufficienti per muoverci in questa direzione, con la speranza e la previsione di eliminare gli scarti post consumo e chiudere il cerchio dell'economia circolare.

Sicuramente uno strumento molto utile è l'**indice Higg MSI**, che fornisce l'accesso a una grande quantità di informazioni pertinenti sugli impatti della produzione dei materiali e permette di comprendere chiaramente i diversi tipi di materiali e diversi processi di produzione che possono essere utilizzati per ridurre l'impatto ambientale (Sustainable Apparel Coalition).

Per includere il riciclaggio nella progettazione del ciclo vita del capo d'abbigliamento, è importante una collaborazione tra aziende di produttori e acquirenti con chi si occupa di riciclaggio e materiali riciclati, per comprendere meglio i materiali a loro disposizione e l'impatto del loro prodotto e le scelte dei materiali sulla riciclabilità di un capo.

Per sostenere queste collaborazioni e quindi includere la consulenza del materiale riciclabile nella fase di progettazione, le aziende devono essere pronte a includere nelle loro manovre di produzione delle nuove strategie.



Riciclaggio e sviluppo di nuovi materiali

Convergere verso una gamma di materiali (comprese le miscele) e sviluppare processi di riciclaggio efficienti per questi, è un passaggio cruciale per aumentare il riciclaggio, così come lo sviluppo di nuovi materiali, dove quelli attuali non forniscono le desiderate funzionalità e riciclabilità. L'allineamento tra progettazione e riciclaggio è inoltre necessario per sviluppare la tracciabilità e l'identificazione dei materiali nel processo di riciclaggio.

Le tecnologie di riciclaggio si basano su un'accurata rilevazione e selezione dei materiali per garantire flussi di materiali ben definiti, quindi un'etichettatura corretta e l'identificazione dei materiali sono fondamentali per ordinare accuratamente gli indumenti raccolti per il riciclaggio, ma attualmente le informazioni fornite sulle etichette non riportano una situazione completa. Ad esempio, la Federal Trade Commission degli Stati Uniti chiarisce che un prodotto può essere etichettato 100% cotone anche se contiene finiture non di cotone (o una quantità di altro materiale inferiore al 5%) (Federal Trade Commission, 2014).

L'identificazione errata dei materiali può interrompere il processo di riciclaggio e portare a flussi di uscita con fibre di qualità inferiore. La tecnologia di identificazione consentirebbe processi automatizzati di selezione degli indumenti in base al contenuto e al colore del materiale, ottenendo **un processo di selezione del materiale del riciclaggio controllato**, dato dalla trasparenza delle etichette.

Identificando questo approccio, si possono nominare iniziative esistenti che stanno iniziando a creare legami tra designer e processi di riciclaggio. Ad esempio, nel programma di ricerca **Trash-2-Cash** è in esecuzione una sfida interdisciplinare per sviluppare processi per il riciclaggio chimico indefinito di prodotti tessili. Il progetto coinvolge designer e scienziati dei materiali per garantire l'usabilità dei materiali riciclati (Trash 2 Cash, 2015)

Alcuni attori si sono già mobilitati per creare una rete di collaborazione tra aziende che forniscono materiali riciclati e riciclabili, con lo scopo di migliorare il fine d'uso della filiera dell'industria tessile. Ad esempio Circle Economy, insieme a collezionisti, selezionatori ed esperti di riciclaggio, sta conducendo il progetto Fibersort, che porterà a una panoramica dei diversi materiali, miscele e i volumi di questi che vengono utilizzati nell'abbigliamento in Europa (Circle Economy, 2008). Fashion Positive è un progetto di trasformazione per progettare e realizzare prodotti che riducano l'impatto sul pianeta, riunendo una comunità di marchi, designer e fornitori per costruire un elenco dei materiali critici positivi per la moda, con lo scopo di identificare materiali ad alto volume e di uso comune che richiedono l'innovazione come priorità per far parte di un'economia circolare, secondo la metodologia Cradle to Cradle (Fashion Positive, 2014).

In Italia il tema della sostenibilità nell'industria tessile non è una novità, anzi, si possono citare molti esempi di associazioni e aziende che hanno preso a cuore la sostenibilità già da diversi anni. Si può così citare ASTRI, l'associazione tessile riciclato italiana, stanziata a Prato, nel cuore del distretto tessile italiano. Si occupa di gestire con spirito collaborativo e valorizzare l'attività di rigenerazione dei tessuti, praticata a Prato dal 1800. Astri nasce nel 2017 grazie alla volontà di alcuni imprenditori del settore, che hanno fatto del riciclato e della sostenibilità i loro punti di forza, contando oltre 130 aziende che hanno

< Óscar Aguilar Elías 67

aderito alla rete di collaborazione di Astri (A.S.T.R.I., 2017).

La seconda iniziativa tutta italiana è **Rifò Lab**, azienda anch'essa situata nel distretto pratese, che produce capi e accessori utilizzando **fibre tessili rigenerate e rigenerabili**. Nasce come starup nel 2017 e ad oggi si occupa principalmente della trasformazione di fibre di lana e cashmere in nuovi prodotti acquistabili sul sito internet (Rifò, 2017).

La catena di moda finlandese **Lindex** produce nuovi collezioni che utilizzano **capi in denim invenduti** delle stagioni precedenti che vengono poi ridisegnati e trasformati in nuovi capi; questi spaziano da piccoli aggiustamenti come nuovi dettagli, a smontare completamente e cucire tessuti insieme per creare un nuovo prodotto (Lindex, 2020).

La startup **Reverse Resouces** ha sviluppato un software come servizio per ridurre e fare un uso migliore dei ritagli di fabbrica, anche per il riciclaggio dei tessuti (Reverse Resouces, 2017).

Su piccola scala, il riciclaggio dei tessuti esiste anche per i materiali raccolti dopo l'uso.

Mentre è improbabile che questo tipo di riciclaggio fornisca la coerenza necessaria per grandi tirature di produzione, vi è l'esperienza di piccoli designer che realizzano capi su misura con questo materiale residuo. Ad esempio, il marchio di abbigliamento **Eileen Fisher** ha istituito la sua "piccola fabbrica" per realizzare nuovi capi di abbigliamento usato, quando si trovava di fronte a grandi quantità di abbigliamento che aveva precedentemente raccolto da clienti che non erano adatti per la rivendita (Eileen Fisher, 2019).

V Rifò



MISCELE DI MATERIALI

La miscelazione per filati misti viene utilizzata per creare tessuti che hanno le proprietà combinate delle loro fibre componenti, con lo scopo di migliorare l'aspetto, le prestazioni, il comfort e la facilità di cura di un capo. Spesso la miscelazione viene utilizzata per ridurre i costi delle fibre naturali, più costose di quelle sintetiche; come il **poly cotton**, una miscela di poliestere e cotone, con **65% cotone e 35% poliestere**, che rispetto al puro cotone, ha una maggiore durata, resistenza alla piega e costi inferiori, ma mantiene comunque una sensazione di cotone della mano (Semenov, 2015). Spesso piccole quantità di **elastan** vengono miscelate con altre fibre, principalmente cotone, per aggiungere elasticità a un capo; mentre l'acrilico è principalmente miscelato con fibre di lana per ridurre i costi. Le miscele più complesse di tre o più materiali sono sempre più utilizzate, anche nei capi di base, mischiando lana, poliestere, elastan.

Anche quando l'abbigliamento è etichettato come singolo materiale al 100%, può ancora contenere piccole quantità di altri materiali e alcune parti come etichette o fili per cucire possono essere realizzate con un materiale diverso.

Le miscele possono essere elaborate nei processi di riciclaggio meccanico delle fibre, ma ciò rende difficile controllare la composizione del materiale dei filati riciclati risultanti. Per il riciclaggio dei polimeri chimici, esistono tecnologie per separare le miscele come parte del processo di riciclaggio, anche se sono necessarie fasi separate e i processi sono fattibili solo per materiali utilizzati in porzioni sufficientemente grandi nel materiale di input. Esistono tecnologie su scala pilota per miscele di poliestere e cotone o altri materiali a base di cellulosa. I materiali che di solito si presentano in quantità molto basse, come l'elastan, possono far parte dell'input di tali processi ma si perdono durante il processo di recupero delle fibre.

Quando le **fibre biodegradabili** (come cotone, altre fibre a base di cellulosa o lana) vengono mescolate con fibre non biodegradabili (come poliestere, acrilico, nylon o elastan), il filato risultante di tale miscela non è più biodegradabile anche se la quantità di fibre non biodegradabili aggiunte è minima, ad esempio nelle miscele di elastan sopra menzionate. È quindi molto importante saper valutare la possibilità della presenza dell'elastan all'interno degli indumenti, ormai sempre accoppiato in tutti i filati.

L'innovazione dei materiali deve quindi prendere atto di questa sfida e fare ricerca verso una soluzione nella gestione dei filati mischiati. Ad esempio, il produttore di biancheria intima **Wolford**, ha creato calze e biancheria certificate Cradle to Cradle che possono essere biodegradate in sicurezza. Gli indumenti utilizzano fibre a base di cellulosa e lo stretch viene creato utilizzando **Roica Eco Smart**, un materiale innovativo progettato per sostituire l'elastan tradizionale (Wolford, 2017).

Sebbene semplice in teoria, il concetto di riciclaggio dei filati è in gran parte inesplorato nella pratica e non si trova oggi su larga scala nel settore. È possibile trovare una soluzione tecnologica per questo attraverso una maggiore automazione e maglieria 3D. La società di abbigliamento Benetton ha consentito il riciclaggio del filato con la sua maglieria a filo singolo prodotta utilizzando una speciale macchina per maglieria Shima ad alta tecnologia e un solo filato lungo 450 metri (Brismar, 2016).

Per quanto riguarda il riciclo delle fibre, spesso non è necessario imbiancare e ridipingere la fibra, perciò l'utilizzo di prodotti chimici e risorse idriche è minimo. Tuttavia, il riciclaggio delle fibre non offre attualmente la qualità sufficiente per produrre un indumento riciclato al 100% dalla produzione, ad eccezione della lana che viene riciclata per la prima volta (ne sono l'esempio le filiere del distretto pratese con 3c Filati e Rifò). Le fibre riciclate sono spesso frantumate e accorciate, pertanto, per fornire la qualità necessaria per l'uso in un indumento, il cotone riciclato viene generalmente miscelato con fibre più lunghe, che sono principalmente cotone vergine o, per motivi di costo, poliestere. Attualmente, la quantità di cotone riciclato nei filati varia dal 20% all'80%, a seconda dell'applicazione. Levi's ad esempio utilizza il 20% di cotone riciclato all'interno dei propri capi (CFT Masserini, 2019).

CFT Masserini è la prima azienda ad avere introdotto filati di cotone biologico naturale e riciclato. L'azienda di Bergamo dichiara che la produzione di filati open-end di cotone riciclato permette di recuperare in media circa il 60% delle fibre (CFT Masserini, 2019).

Il produttore di tessuti **Hilaturas Ferre**, precedentemente presentato offre un filato composto al **90% di cotone riciclato e al 10% di altre fibre**, che può essere poliestere, nylon, acetato, lino, viscosa o lana.

L'uso di lana e misto lana riciclate come materia prima è una pratica già molto affermata, soprattutto perché può essere più economica del 30–40% rispetto alla lana vergine. I produttori di lana nella città di Prato, in Italia, hanno anche usato gli scarti di lana per produrre capi più economici, con il marchio Cardato Riciclato. La società 3C Filati afferma di offrire un nuovo prodotto 100% riciclato (3C Filati, 1991).

Per quanto riguarda il riciclo dei polimeri meccanici funziona solo con fibre a base plastica a varietà singola ed è attualmente la soluzione più promettente per il riciclo del poliestere. Le aziende che hanno il controllo sui propri materiali hanno una significativa opportunità di acquisire valore attraverso questo tipo di riciclaggio. Ad esempio, l'azienda di abbigliamento **Dutch Awearness** sviluppa abbigliamento da lavoro che garantisce un materiale puro come input per il processo di riciclaggio, che consente di riciclare più volte la stessa materia prima (Earley, 2014). Nonostante sia tecnologicamente fattibile, il processo non è ancora applicato su larga scala. Eppure vi è una chiara opportunità di ingrandimento, in quanto è competitivo in termini di prezzi con il poliestere vergine.

Riciclaggio di polimeri chimici

Sia cotone che altre fibre a base di cellulosa (ad esempio lyocell, viscosa) così come le fibre a base di plastica, come il poliestere, possono essere riciclate utilizzando tecnologie a base solvente. Per il cotone puro, il risultato dell'attuale processo di riciclaggio dei polimeri chimici per riciclare il



CFT Masserini Cotone riciclato biologico

cotone è una polpa di cellulosa che può essere utilizzata per produrre altre fibre a base di cellulosa rigenerata. Il processo di recupero è teoricamente ripetibile più volte ma attualmente la catena polimerica si degrada ad ogni ripetizione.

La ricerca mostra che la qualità si deteriora anche durante l'uso, il che suggerisce che ad un certo punto la qualità sarà troppo bassa per un'ulteriore applicazione nell'abbigliamento (Palme, Idström, Nordstierna, & Brelid, 2014).

Esistono già numerosi esempi di questo tipo di riciclaggio per flussi di materiale in fibra di pura cellulosa. Ad esempio, Il prodotto **Refibra del produttore Lenzing**, realizzato riciclando gli scarti di cotone dai ritagli di fabbrica e combinandoli con il legno per creare una nuova fibra di lyocell, è già disponibile in commercio (Tencel, 2017). Altri pionieri, come il produttore **Re: newcell** (re:newcell AB, 2019) e **The Infinited Fiber Company** (Infinited Fiber Company, 2017) stanno sperimentando tecnologie per riciclare tessuti realizzati con cotone e altri materiali a base di cellulosa in nuove fibre.

Stanno anche emergendo soluzioni promettenti per affrontare le sfide del riciclo di miscele di materiali. Ad esempio, la start-up per il riciclaggio **Worn Again** ha sviluppato un processo in grado di separare ed estrarre poliestere e cotone da materiali puri e miscelati in poliestere vergine equivalente e una polpa di cellulosa che può essere utilizzata per produrre lyocell o viscosa (Worn Again Technologies, 2015).

L'Istituto di ricerca di Hong Kong per tessuti e abbigliamento, in collaborazione con la Fondazione H&M, ha recentemente sviluppato un nuovo processo per separare le miscele cotone-poliestere.

Attualmente, **le tecnologie di monomerizzazione** esistono solo per le fibre a base di plastica. Polimeri come poliestere e poliammidi (ad es. Nylon) possono essere **depolimerizzati** per estrarre i monomeri da cui sono stati prodotti (H&M Foundation, 2017). Questi possono quindi essere utilizzati come elementi costitutivi per la produzione di nuovi polimeri.

Sono necessari sforzi del settore per creare processi competitivi in termini di costi per le fibre di poliestere ed esplorare il riciclo dei monomeri per le fibre a base di cellulosa. Attualmente, RESYNTEX,

un progetto di collaborazione dell'UE sta studiando tali opportunità per cotone, PLA, PET e lana (Resyntex, 2019).

Ci sono stati alcuni successi significativi per determinati materiali. Nel 2011 ilo produttore Aquafil ha creato un filato Nylon-6 chiamato **ECONYL**, ottenuto dal riciclo e rigenerazione del nylon. Il filato è creato da materiali post-uso da tappeti e ritagli di fabbrica dalla produzione di vari tessuti, compreso l'abbigliamento. La fibra riciclata viene quindi utilizzata nell'abbigliamento, ad esempio per costumi da bagno o calze (Aquafil Global, 2020)

La società chimica giapponese Teijin produce un poliestere riciclato chimicamente con il marchio **Eco Circle.** La tecnologia proprietaria consente di decomporre chimicamente il poliestere a livello molecolare e di convertirlo in nuova materia prima in poliestere (Innovation in Textiles, 2010).

Alcuni marchi hanno anche messo in atto i propri obiettivi tra cui aumentare la possibilità di riciclaggio del capo d'abbigliamento, impegnandosi nell'aumentare la comunicazione tra attori e a tracciare linee guida sostenibili lungo la filiera. Ad esempio, **H&M** si è impegnata a utilizzare il 100% di materiali riciclati o "altri materiali di provenienza sostenibile" entro il 2030 (H&M Group, 2020). **Kering** si è impegnata a ridurre del 40% entro il 2025 i profitti e le perdite ambientali lungo la filiera e una riduzione delle emissioni di carbonio del 50% (Kering, 2020).

La collezione di abbigliamento deve essere notevolmente ampliata insieme al riciclaggio, tecnologie e, soprattutto, implementate in luoghi in cui attualmente non esiste.

Linee guida sulla raccolta globale, basate sulle migliori pratiche attuali e ulteriori ricerche su sistemi di raccolta ottimali, potrebbero contribuire ad aumentare la raccolta.

Queste linee guida dovrebbero includere una serie di archetipi di raccolta globale, che consentano variazioni regionali ma basandosi su una serie di principi comuni. Numerosi rivenditori tra cui Patagonia, Zara e H&M, hanno già introdotto i propri schemi di ritiro. Ad esempio, l'iniziativa **H&M Recycle Your Clothes,** lanciata nel 2013, ha finora raccolto più di 79.000 tonnellate di abiti per un valore di 1 milione e mezzo di euro (H&M Group, 2013).

I processi di raccolta, smistamento e riciclaggio devono essere aumentati contemporaneamente, per creare domanda e migliorare l'attrattiva economica della raccolta.

Più della metà di tutti gli abiti in tutto il mondo sono venduti in Europa, Nord America e Cina, ma ad esempio in Gran Bretagna, il 60% di questi finisce in altri paesi dopo il loro uso e il 3% viene riciclato (Wrap, 2020).

Una delle strategie è quella di creare centri di raccolta e di gestione degli abiti usati in base alla loro possibile destinazione. Per gli abiti in buone condizioni è bene creare delle catene di distribuzione appropriate per i paesi più poveri. Per gli abiti in cattive condizioni, bisognerebbe considerare il riciclaggio tramite smistamento dei rifiuti.

Raccolta di abiti usati

Esistono diversi modi per raccogliere i vestiti dopo l'uso, tra cui raccolte di autorità locali, "banche" tessili, collezioni di centri di servizi civici, donazioni direttamente a negozi di beneficenza, collezioni

DON'T LET FASHION GO TO WASTE.



2. HOW IT WORKS:

REWEAR

CLOTHING THAT CAN BE WORN AGAIN IS MARKETED WORLDWIDE AS SECOND-HAND GOODS.

ENERGY

WHEN REWEAR, REUSE AND RECYCLE ARE NOT OPTIONS, TEXTILES ARE USED TO PRODUCE ENERGY.



REUSE

TEXTILES THAT ARE NO LONGER SUITABLE TO WEAR ARE CONVERTED INTO OTHER PRODUCTS, SUCH AS CLEANING CLOTHS.

RECYCLE

TEXTILES THAT CAN'T BE REUSED GET A NEW CHANCE AS TEXTILE FIBRES, OR ARE USED TO MANUFACTURE PRODUCTS SUCH AS DAMPING AND INSULATING MATERIALS FOR THE AUTO INDUSTRY.

Campagna di riciclaggio dei vestiti di H&M.

di rivenditori in negozio, collezioni di borse di beneficenza porta a porta e donazioni "contanti per indumenti" (Wrap, 2020). Un esame di questi diversi metodi dovrebbe comprendere anche l'analisi dei fattori che sono più importanti per incentivare l'uso dei sistemi esistenti.

	Tipo di raccolta	Descrizione	Esempi	Vantaggi	Svantaggi
	Raccolta rifiuti municipale	Gli indumenti vengono raccolti tramite la raccolta rifiuti	Maggior parte delle nazioni	Conveniente, sostenibile su larga scala	I tessuti diversi si mescolano tra loro
	Raccolta singola sul marciapiede	Separazione degli abiti della raccolta	Alcuni comuni negli Stati Uniti, nel Regno Unito e in Cina	Potenziale per grandi dimensioni	Bisogna separare l'abbiglia- mento per la raccolta, logistica separata necessaria
	Prelievo in casa	Prelievo tramite corriere	British Heart Foundation	Pratico per l'utente, combinabile con la restituzione degli articoli noleggiati	È necessario un percorso ad alta intensità di lavoro e su misura
	Contenitori di raccolta di indumenti	Gli utenti portano gli indumenti nei contenitori di raccolta locali	Croce Rossa, Caritas, Humana	Relativamente conveniente se la densità del contenitore è alta, Possibile su larga scala	Logistica separata necessaria
_	Reinvio ai marchi	Gli utenti inviano gli abiti ai marchi	Patagonia, Eileen Fisher	Combinabile con incentivi	Gli utenti devono spedire articoli
_	Consegna al rivenditore	Gli utenti riportano i capi ai rivenditori	H&M, Zara	Combinabile con incentivi Possibile su larga scala	Gli utenti devono ricordarsi di riportare i capi
	Consegna al negozio di beneficenza	Gli utenti portano indumenti nei negozi di beneficenza	Oxfam, Croce Rossa, British Heart Fondation	Combinabile con incentivi Possibile su larga scala	Gli utenti devono riportare gli articoli in negozio

Fig 17: Sistema di raccolta di abiti usati Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2017

2.2.6 Passaggio alle risorse rinnovabili

Lungo tutta la filiera produttiva, anche se questa riguarda la produzione di materiali vergini, è fondamentale **un approccio sostenibile** anche per gli input che riguardano l'utilizzo di energia per la produzione, prediligendo materie prime rinnovabili per fibre a base di plastica e agricoltura rigenerativa per produrre risorse rinnovabili.

Inoltre, il passaggio a processi di produzione più efficaci ed efficienti, i quali generano meno rifiuti (come gli scarti), richiedendo **meno input di risorse**, come combustibili fossili e prodotti chimici, e riducendo il consumo di acqua nelle regioni con scarsità d'acqua, sono efficienti dal punto di vista energetico e funzionanti sulle energie rinnovabili.

I materiali attualmente utilizzati nella produzione tessile sono stati selezionati per la loro specifica funzionalità e ottimizzati per i costi; tuttavia, presentano svantaggi significativi in termini di utilizzo delle

risorse. Ciò è particolarmente vero per i due materiali dominanti: **poliestere e cotone**. La produzione di poliestere utilizza grandi quantità di risorse ed energia e l'agricoltura del cotone richiede elevati volumi di fertilizzanti e pesticidi (a meno che non siano coltivati biologicamente), nonché notevoli quantità di acqua.

Come abbiamo precedentemente detto, la produzione tessile è anche responsabile di **un'alta quantità di GHG** e di un altissimo utilizzo di **sostanze chimiche**, nonostante le severe restrizioni.

Il lato positivo fino adesso è il sempre maggiore interesse verso queste tematiche da parte di imprenditori e innovatori che offrono soluzioni promettenti per ridurre l'uso delle risorse o per trovare materiali alternativi che riducono gli sprechi.

In primis è indispensabile una maggiore trasparenza e condivisione delle informazioni attraverso piattaforme open source che possano offrire una strada verso una rapida adozione di innovazione e processi migliorati condividendo al meglio esempi di pratica tra un marchio o fornitori del rivenditore. Ciò dovrebbe essere aumentato creando fiducia attraverso relazioni a più lungo termine e potenzialmente coinvestendo in tecnologie che migliorino le prestazioni di produzione.

Esistono anche casi aziendali per la riduzione del consumo di energia e acqua nei processi produttivi. Molti produttori e rivenditori stanno già compiendo sforzi per ridurre l'uso di energia e acqua nella produzione.

Le misure comprendono il **rilevamento e la riparazione di perdite nei sistemi di acqua o vapore**, apparecchiature isolanti come bagni di tintura e recupero di calore e acqua per il riutilizzo (Greer, Keane, Lin, & Meinert, 2013).

Ad esempio, in un caso di studio condotto dal **Georgia Technical Institute**, è stato scoperto che **riducendo le perdite d'aria dal 12% al 6%** e abbassando la pressione dell'aria del sistema di 16 psi, si prevede un **risparmio di circa 440.000 dollari all'anno per un sistema che gestisce 500 telai** (Hasanbeigi, 2010). Allo stesso modo, controllare la direzione dell'acqua può apportare miglioramenti in termini di costi e produttività e ridurre i rischi per le attività continuative, come tipico delle manifatture tessili.

Nike ha lanciato un programma congiunto con i suoi fornitori per attuare le migliori pratiche e tecnologie lungo la filiera.

Nike "Rewire" è un programma che cerca di incentivare i fornitori a diventare più efficienti e innovativi, incoraggiandoli a creare nuove soluzioni che migliorino la produttività e diminuiscano il consumo di risorse.

Normalmente le fabbriche convenzionate sono misurate in base alle prestazioni di sostenibilità, oltre alle tradizionali metriche aziendali di qualità, consegna puntuale e costi. Per misurare la sostenibilità, Nike ha creato un indice di produzione e approvvigionamento sostenibile, valutando le pratiche ambientali, la salute, la sicurezza e il lavoro e le prestazioni, su una scala di rosso, giallo, bronzo, argento e oro. Entro il 2015, l'86% dei fornitori era valutato bronzo o meglio. I fornitori ad alte prestazioni ottengono l'accesso alla formazione in settori chiave per migliorare ulteriormente le loro prestazioni, compresa la gestione dei rifiuti, l'efficienza energetica e dell'acqua e l'implementazione di pratiche

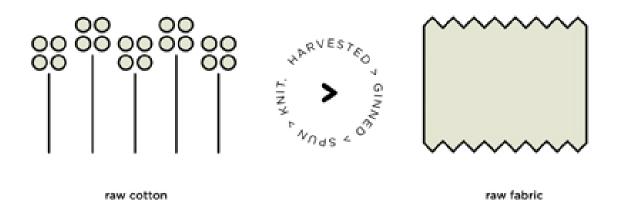
snelle (Green SCM, 2016). Questo modello incentiva i fornitori a cercare le massime prestazioni invece di rispettare solo gli standard minimi. Questo aiuta anche a creare una mentalità generalmente più positiva verso miglioramenti ed efficienze.

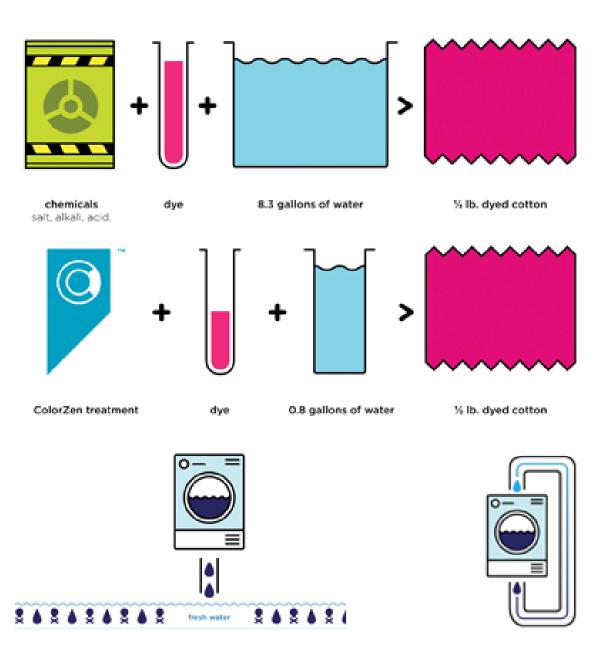
Esempi di innovazioni di successo nei processi di produzione includono la migliore produzione di fibre a base di cellulosa. Il tradizionale processo di viscosa utilizza grandi quantità di solventi per estrarre la cellulosa e trasformarla in fibre che possono diventare filato. Questi solventi sono pericolosi e inquinanti, al contrario il processo di lyocell utilizza il monoidrato, un solvente organico recuperabile lungo la filiera. Il processo di produzione riduce al minimo l'impatto ambientale risparmiando risorse idriche ed energetiche.

Il consumo di acqua può anche essere ridotto attraverso miglioramenti del processo durante la produzione e la lavorazione. Le pratiche di risparmio idrico nella coltivazione del cotone includono la prevenzione delle aree in cui è necessaria l'irrigazione e il passaggio alla produzione alimentata dalla pioggia o, in cui viene utilizzata l'irrigazione, il passaggio dal solco all'irrigazione a goccia, per ridurre notevolmente il consumo di acqua. I processi di tintura e finitura richiedono un uso intenso dell'acqua, ad esempio per dissolvere i coloranti o lavare i tessuti in seguito. Le tecnologie di meccanizzazione e riutilizzo dell'acqua rappresentano un primo passo per ridurre il consumo di acqua nel processo di tintura.

Per il cotone, ColorZen offre un pretrattamento che modifica la struttura chimica del cotone per renderlo più ricettivo alla tintura senza lo scarico di sostanze pericolose e afferma di ridurre il consumo di acqua del 95% e il consumo di energia del 75%, rispetto al trattamento convenzionale in cotone. Un altro innovatore, DyeCoo ha sviluppato una tecnologia dirompente chiamata Drydye che non utilizza acqua e riduce significativamente l'uso di solventi nel processo di tintura, utilizzando l'anidride carbonica compressa come solvente in un sistema a circuito chiuso. Utilizzando questa tecnica, il 95% dell'anidride carbonica può essere recuperata e riutilizzata e, sebbene l'investimento di capitale nelle apparecchiature sia più elevato rispetto alla tintura convenzionale, può ridurre i costi operativi del 45%, grazie a un risparmio energetico del 50% (Maxwell, 2015). Attualmente, la tecnologia Drydye può essere utilizzata solo su fibre a base di plastica, ma si stanno studiando coloranti adatti al cotone. Mentre l'attuale elevato costo di capitale per l'installazione della tecnologia rimane un ostacolo all'adozione su larga scala, alcuni marchi come Adidas e Nike hanno iniziato a integrare i coloranti senz'acqua nella loro collezione (Hepburn, 2015)

Schema tintura ColorZen >







3. Sostenibilità nell'abbigliamento sportivo

3.1 Materiali sostenibili

Parlando di materiali, bisogna riprendere la distinzione tra abbigliamento sportivo e abbigliamento per il tempo libero già fatta precedentemente.

E' importante distinguere anche negli sport estremi e di nicchia, tra usura estrema e usura quotidiana nella progettazione, dal momento che molti capi d'abbigliamento sono diventati sempre più versatili, e condivisibili tra diversi sport, anche se stati acquistati per uno solo. Vi è anche una crescente richiesta di caratteristiche del' abbigliamento sportivo ad alte prestazioni nell'abbigliamento multifunzionale "life wear" per attività ricreative, con uno stile più rilassato sia per l'outdoor di livello principiante (si pensa il trekking per famiglie) che per il contesto urbano (corsa nel parco).

Sebbene la partecipazione allo sport abbia una forte influenza nella progettazione delle prestazioni, le vendite sul mercato sono dominate dall'abbigliamento per il tempo libero acquistato dai non praticanti.

Le fibre e i tessuti tecnici per il mercato outdoor, sono senz'altro più interessanti da analizzare e comprendono, sia fibre per le attività estreme, che moderate e quotidiane.

L'industria outdoor promuove i prodotti tecnici e tessili in occasione di due importanti fiere commerciali in Europa ogni anno: ISPO (Monaco di Baviera) e 'OutDoor' (Friedrichshafen, Germania meridionale) e presso 'Outdoor Retailer' nelle compagnie internazionali statunitensi dove vendono rappresentati sport all'aria aperta, sci, snowboard e molte altre attività, mostrando abbigliamento e attrezzature . A questi eventi commerciali, designer e sviluppatori di prodotti svolgono ricerche comparative mentre i team di vendita e marketing dell'azienda incontrano gli acquirenti. È in questi luoghi che i fornitori di fibre, tessuti e finiture orientati allo sport lanciano nuovi prodotti e vengono dimostrate nuove tecniche di produzione e finitura.

The European Outdoor Group (EOG), un'associazione istituita per rappresentare i vari interessi dell'industria europea outdoor, in collaborazione con la US Outdoor Industry Association, lavorano per incoraggiare e promuovere programmi fieristici con conferenze e seminari seguendo temi chiave (Outdoor Industry Association). L'industria viene esaminata da organizzazioni non governative (ONG), come Green-peace e Four Paws, in termini di approvvigionamento di tessuto associato ai processi e sostanze chimiche dannose per l'ambiente, considerazioni etiche relative a manodopera a basso costo, cattive condizioni di lavoro, benessere degli animali, nonché l'eccessiva impronta di carbonio derivante dall'approvvigionamento globale.

Al fine di sviluppare e scegliere tessiti e fibre, i rappresentanti dei principali marchi sportivi stanno collaborando per stabilire strumenti di guida per l'introduzione di pratiche più responsabili. Il gruppo di lavoro sulla sostenibilità dell'EOG e la Sustainable Apparel Coalition (SAC) degli Stati Uniti hanno contribuito allo sviluppo continuo dell'indice Higg, uno strumento di autovalutazione che elenca 78 materiali di base che possono essere prodotti utilizzando 241 processi diversi per creare più di 165.000 possibili combinazioni di materiali (Sustainable Apparel Coalition), per incoraggiare i membri del settore ad assumersi una maggiore responsabilità per l'impatto etico e ambientale associato a ogni fase della filiera tessile globale.

Lo sviluppo della gamma outdoor è stato rivoluzionato grazie all'innovazione di fibre e tessuti insieme a nuove tecniche di produzione. Le tecnologie più diffuse e più utilizzate nell'abbigliamento sportivo di ogni tipo sono una migliore traspirabilità del tessuto, peso ridotto e contenuto elastico che migliorano il movimento e l'articolazione. Inoltre è giusto dire che il mantenimento del microclima all'interno del sistema di abbigliamento richiede una scelta dei metodi di giunzione tessile per i componenti del capo da coordinare tra gli strati. Altre tecnologie da citare sono senz'altro la flessibilità e il livello di resistenza all'abrasione, il concetto di "mappatura del corpo", l'integrazione dell'wearable electronics (WE) come sensori a base maglia.

Alcuni tessuti costituiscono una miscela di due o più fibre e molti hanno finiture speciali per migliorare le caratteristiche prestazionali. Nel valutare l'impatto ambientale complessivo di una fibra o della qualità del tessuto rispetto a un altro, le informazioni possono essere di difficile accesso o includere criteri applicabili solo a una regione specifica, il che può richiedere che vengano emessi giudizi su come ponderare i diversi impatti in termini di fonte, produzione e uso del prodotto. In questo senso, **Textile Exchange** è un'associazione globale senza fini di lucro che lavora a stretto contatto con i fornitori e le aziende per guidare la trasformazione nel settore tessile, grazie alla creazione di standard e filiere responsabili (Textile Exchange, 2020).

V ISPO 2020



3.1.1 Fibre naturali e rigenerate

Le fibre naturali sono suddivise in due classificazioni: fibre animali (proteine) e fibre vegetali (cellulosa). Le fibre proteiche includono lana, cashmere, alpaca e seta. Le fibre di cellulosa sono prodotte dalle piante e sono prodotti dell'agricoltura. Le fibre si dividono tra fibre di stelo (la fibra che circonda il gambo della pianta come lino o canapa) o fibre di semi come il cotone. Esistono due tipi primari di fibre rigenerate create artificialmente con cellulosa e proteine, rispetto alle fibre prodotte interamente dalla natura (ad esempio cotone) (Textile Exchange, 2020). Queste fibre sarebbero tipicamente create di materiale naturale che è stato convertito mediante trattamento chimico-umido che consente la produzione di filamenti continui che possono quindi essere filati in fibra (ad es. Viscosa).

Cotone

Nel 1991, Patagonia ha commissionato una valutazione di impatto ambientale indipendente delle quattro fibre più comunemente usate nei suoi vestiti: cotone, poliestere, nylon e lana. Il poliestere e il nylon a base d'olio si sono rivelati dannosi per l'ambiente ma non sulla scala del cotone. La cosiddetta fibra "naturale" utilizzata in molte applicazioni di abbigliamento sportivo ha dimostrato di creare il maggior danno ambientale delle fibre studiate. I risultati della ricerca hanno indicato che il 25% di tutti i pesticidi tossici utilizzati in agricoltura era (ed è) utilizzato nella coltivazione del cotone, con il conseguente inquinamento del suolo e delle falde acquifere, senza tralasciare l'enorme tossicità per i lavoratori dei campi di cotone (McCann, 2015).

Per migliaia di anni, gli agricoltori hanno coltivato il cotone senza pesticidi. Il cotone biologico si può considerare tale se coltivato secondo uno standard biologico certificato, cioè senza l'uso di pesticidi o fertilizzanti tossici e persistenti, fanghi di depurazione, irradiazione o ingegneria genetica ed è certificato da un'organizzazione indipendente accreditata. E un sistema agricolo che mira a raggiungere un equilibrio con la natura utilizzando metodi e materiali a basso impatto ambientale (Textile Exchange, 2020). È stato riscontrato che gli impatti della produzione di cotone biologico sulle persone e sugli ecosistemi sono notevolmente inferiori rispetto alla produzione di cotone convenzionale. Come per tutte le fibre organiche, la certificazione può applicarsi solo al modo in cui la fibra viene coltivata o al processo di produzione completo (ibid).

Nel 1996 Patagonia, sotto la guida di Mike Brown, in collaborazione con McDonough e Braungart (autori, Cradle to Cradle), ha convertito tutta la sua produzione di cotone in cotone biologico, valutando i coloranti utilizzati per il cotone biologico e eliminando i colori che richiedevano l'uso di metalli e solfuri tossici. Patagonia ha dovuto decidere il modo migliore per comunicare ai consumatori i problemi associati ai campi di cotone. In origine, produceva poster e organizzava focus group ma questi non erano efficaci. Mentre era a capo del dipartimento editoriale della Patagonia, Stanley ha contribuito con un saggio di 13 pagine al catalogo per spiegare il cambiamento del cotone biologico, sensibilizzando i consumatori e ponendosi come una dei primi marchi di abbigliamento sportivo sensibile alla tematiche della sostenibilità (McCann, 2015).



Sustainable Brands, Etichetta cotone biologico Patagonia

Lana

La lana è una fibra proteica che in genere proviene da **pecore** ma può anche provenire da altri animali come **capre**, **lama**, **vigogna** e **cammello**. Le miscele di lana possono essere utilizzate in tutto il sistema di stratificazione sportiva in costruzioni a maglia, tessuti e infeltriti, nonché accessori. Gli indumenti tecnici in **lana merino**, con fibre di fiocco relativamente lunghe e sottili, ondulate e morbide, sono dichiarati **capaci di regolare la temperatura corporea in tutte le condizioni**, isolando dal freddo e mantenendo un microclima confortevole. La lana è in grado di **assorbire l'umidità dalla pelle** in modo da rimanere asciutto; è **silenziosa**, **ignifuga**, **resistente agli odori e naturalmente antibatterica**. La lana merino viene utilizzata in miste solitamente con 35% poliestere per una maggiore durata. La tecnologia **Sportwool** ™ originale rappresentava una costruzione in jersey a doppia maglia con lana come strato interno per assorbire l'umidità durante l'esercizio e uno **strato esterno in poliestere** per trasportare il vapore acqueo lontano dalla pelle per diffondersi ed evaporare, creando un effetto rinfrescante (Ward, 2010).

Per essere certificati come biologici, gli animali devono essere allevati secondo uno standard biologico accreditato per la produzione biologica di bestiame, ma gli standard tendono a provenire da società private e pertanto variano di conseguenza (Textile Exchange, 2020). Una complessità nella provenienza della lana è il processo di mulesing, spesso utilizzato sulle pecore Merino, che comporta la rimozione di strisce di pelle dalla groppa dell'animale. La procedura viene generalmente eseguita entro il primo anno, senza anestesia, ed è quindi molto dolorosa. È usato per prevenire attacchi di mosca e infezione da altri insetti che possono vivere nelle pecore. Tale pratica è ancora prevalente utilizzata in Australia, perciò, essendo l'Australia lo stato produttore di lana per il 90%, questo è un dilemma di approvvigionamento sempre più difficile per molti marchi. Ad esempio, Jack Wolfskin ha preso le distanze da questa pratica e assicura che la sua lana merino non implichi il mulesing, come garantito dalla certificazione dei suoi fornitori (Jack Wolfskin, 2012). Le pecore possono essere risparmiate dall'infestazione di larva attraverso metodi umani come la regolazione della dieta, il lavaggio a spruzzo e il semplice allevamento di tipi di pecore che sono più adatti al clima australiano.



Christopher Burns, Hay, Australia

Seta

La seta è una fibra proteica prodotta dalla secrezione del baco che si nutre delle foglie del gelso trasformando la cellulosa in esse contenuta in proteina. È una fibra rinnovabile leggera, resistente ed è un isolante naturale. Viene utilizzata spesso per la biancheria intima termica, sia in pura seta che miscelata con altre fibre come la lana merino. Un vantaggio della pura seta è che è molto compatta e calda in rapporto al suo peso. Tuttavia, le questioni etiche sono associate alla produzione di seta convenzionale "coltivata", prodotta in grandi fattorie a conduzione industriale. La coltivazione include l'ebollizione del bozzolo con il verme all'interno per uccidere il verme prima che diventi una falena ed emerga dal bozzolo. Al contrario, la seta selvatica è prodotta da bachi da seta che si nutrono delle foglie di querce nane e vivono un ciclo di vita completo nel loro habitat naturale. I bachi da seta sono coltivati umanamente, il che significa che i bozzoli di seta selvatici vengono elaborati con metodi naturali solo dopo che la falena emerge naturalmente dal bozzolo. Nasce la seta bio certificata Icea (Istituto per la certificazione etica dell'ambiente) in Europa. La seta biologica prevede la tutela della crisalide, la regolamentazione dell'alimentazione del baco, che deve essere conforme alle norme di produzione biologica e il benessere del baco, che deve essere allevato nel rispetto delle sue fasi (Ungaro, 2019).

Canapa

In termini di prestazioni, la canapa è una delle fibre più resistenti. È una pianta a **crescita rapida** che richiede generalmente **pochissimi erbicidi e pesticidi chimici**. Non richiede irrigazione e viene raccolta ed processata a mano e può essere lavorata come **fibra di rafia o fibra rigenerata**. Nonostante ciò,

la fibra di canapa biologica certificata non è ampiamente disponibile. Solo la canapa che viene trasformata come fibra di rafia può essere certificata biologica (Textile Exchange, 2020). La canapa, paragonabile al lino, è attualmente utilizzata in alcuni prodotti per esterni indipendentemente o in combinazione con altre fibre.

Bambù

Il bambù è una delle piante a più rapida crescita al mondo, cresce alla massima altezza in circa 3 mesi e raggiunge la maturità in 3 e 4 anni, diffondendosi rapidamente su vaste aree. Questa pianta può essere coltivata senza fertilizzanti o pesticidi, perciò può essere considerata una "fibra ecosostenibile" (Textile Exchange, 2020). Il tessuto di bambù è morbido, resistente con proprietà anti umidità e isolanti con alcune proprietà antibatteriche e quindi resiste agli odori. La fibra di bambù è attualmente utilizzata in prodotti come abbigliamento sportivo casual, strati di base, magliette e abbigliamento yoga. Il modo più naturale di trattare il bambù prevede lo stesso tipo di processo di produzione utilizzato per produrre fibre di lino o canapa. Tuttavia, vi sono potenziali rischi associati all'uso del bambù, poiché al momento manca una trasparenza nella filiera. Non è sempre chiaro quale tipo di bambù viene utilizzato per la fibra, dove viene coltivato, come viene coltivato, come viene raccolto e così via. Ad oggi, non esiste una certificazione biologica nota per il bambù. Il processo per produrre fibra di rayon viscosa di bambù è lo stesso processo utilizzato per produrre viscosa / rayon da qualsiasi altra fonte vegetale. La cellulosa viene estratta dal bambù e quindi miscelata con sostanze chimiche per convertire la polpa vegetale in fibra di qualità tessile. Questo processo può essere molto inquinante, a meno che non sia attentamente controllato (Textile Exchange, 2020).

Lyoncell

La viscosa è una fibra cellulosica rigenerata che implica nella lavorazione sostanze chimiche aggressive e dannose per l'ambiente. Tuttavia, Lyocell è considerata una fibra di cellulosa rigenerata rispettosa dell'ambiente che è simile alla viscosa ma proviene dalla polpa di eucalipti coltivati in fattorie a gestione sostenibile certificate dal Forest Stewardship Council (FSC). È una fibra filata con solvente in cui il cellulosio viene sciolto direttamente, mantenendo la cellulosa molto più vicina a quella presente in natura. La pasta di legno viene trasformata in una soluzione di solvente organico non tossico che viene recuperata e riciclata in un processo di filatura a circuito chiuso che conserva energia e acqua con fino al 99% del solvente recuperato e riutilizzato (Ungaro, 2019). Lenzing promuove Lyocell, marchiato Tencel (Lenzing, 2016). Le fibre in fiocco sono utilizzate in denim, pantaloni chino, intimo e abbigliamento casual, mentre le fibre di filamento vengono utilizzate per articoli dall'aspetto più setoso. Lyocell / Tencel è spesso miscelato con altre fibre come seta, cotone, rayon, poliestere, lino, nylon, lana e elastan.

Piuma

La piuma naturale offre caratteristiche prestazionali uniche per le condizioni di freddo secco che non possono essere replicate da alternative sintetiche, poiché intrappola l'aria calda, fungendo da formidabile isolante contro il freddo. La maggior parte dei piumini per l'abbigliamento outdoor proviene da oche grigie come sottoprodotto della raccolta delle oche per il cibo. Tuttavia, la filiera è

estremamente complessa, con la materia prima che passa attraverso numerosi intermediari (incluso lo smistamento e la classificazione della fibra) prima di raggiungere i fornitori, con conseguente generale mancanza di tracciabilità (McCann, 2015).

Negli ultimi anni, Four Paws, il gruppo europeo per il benessere degli animali, ha scoperto che alcuni marchi dell'outdoor hanno (inconsapevolmente) utilizzato piumino da oche che potrebbero essere state spennate o alimentate con la forza. È stato dimostrato che il piumino utilizzato in alcuni prodotti di marca proveniva da oche grigie che venivano alimentate forzatamente e spennate dal vivo in Ungheria. La spiumatura dal vivo è una pratica di produzione particolarmente crudele, durante la quale gli animali sono spesso feriti e le ferite vengono cucite senza l'uso di anestetici (Four Paws International, 2013).

L'alimentazione forzata è ancora praticata in Ungheria mentre la spiumatura dal vivo è ora vietata in tutti i paesi dell'UE, garantendo che gli animali vengano trattati in modo etico (DesMarais, 2014). La Task Force Down è stata creata per stabilire una comprensione condivisa delle sfide della tracciabilità all'interno della filiera della piuma, infine, per sviluppare uno standard per la tracciabilità del raccolto etico (Outdoor Industry Association, 2015).

3.1.2 Fibre sintetiche

Le fibre sintetiche sono polimeri realizzati con un processo chimico che sono stati storicamente realizzati con prodotti chimici a base di petrolio. Tuttavia, ora ci sono nuovi sviluppi che utilizzano prodotti agricoli come materie prime. Le fibre sintetiche più utilizzate nell'abbigliamento sportivo sono **nylon**, **poliestere e elastan**. **Il nylon**, più resistente del poliestere, viene spesso utilizzato negli indumenti a guscio esterno, mentre il poliestere è prevalente negli indumenti isolanti a strato intermedio e nei prodotti a contatto pelle. L' **elastan** viene utilizzato per dare elasticità al capo e quindi dare più libertà di movimento.

In base alle previsioni di mercato effettuate da importanti società, la produzione mondiale di fibre sintetiche sta crescendo ad un ritmo sorprendente. Nel 2030, il poliestere avrà un ruolo dominante nei consumi rispetto ad altre fibre (Ungaro, 2019).

L'obiettivo della ricerca attuale è quello di sviluppare nuove materie prime cellulosiche o da riciclo, da materiali di natura diversa, per acquisire maggiore indipendenza dal mercato tradizionale delle fibre sintetiche derivate dal petrolio. L'utilizzo di prodotti di scarto o di materie prime di origine vegetale biodegradabili, permette di avere un prodotto finito in linea con le linee guida dell'economia circolare, che mira al ridurre a zero lo scarto.

Poliestere riciclato

La maggior parte delle fibre sintetiche (circa il 70%) sono realizzate in PL e più spesso nei tessuti viene utilizzato il **polietilentereftalato (PET)**. La maggior parte della produzione mondiale di PET, circa il 60%, è per tessuti; e il resto produce bottiglie (30%) e altri materiali di imballaggio (10%). Il PET riciclato (spesso scritto rPET) è un'opzione ecologica nei tessuti, per due motivi principali:

- L'energia necessaria per produrre l'rPET è inferiore a quella del PL vergine in primo luogo, quindi risparmiamo energia.
- Inoltre, si riducono il quantitativo di bottiglie e altre materie plastiche nella discarica (Libolon, 2015). Nel 1993, la collaborazione tra Patagonia e Malden Mills (ora Polartec) portò allo sviluppo iniziale della fibra di poliestere riciclata (di Wellman Inc.) da utilizzare nel pile Synchilla realizzato con bottiglie di plastica di soda che deviavano i rifiuti dalle discariche (Patagonia, 2020).

Il marchio tedesco per esterni Vaude, nel 1994, in collaborazione con Akzo Fibres, allora produttore della membrana impermeabile / traspirante Sympatex, come Ecolog Outdoor Recycling Network. Ha introdotto il concetto di restituzione del capo a fine vita per essere riciclato. Questo concetto ha fatto di Vaude un precursore della rivoluzione ambientale per l'abbigliamento outdoor. Vaude ha collaborato all'approvvigionamento di tutti i componenti del capo in fibra di poliestere: pile, tessuti per abbigliamento esterno (ad es. Plouquet), laminati (Sympatex), cerniere (Salmi) e borchie (Prym). Sfortunatamente, ai primi tempi, troppo pochi clienti avevano approfittato del servizio Ecolog e Vaude non era in grado di continuare a far funzionare il sistema in modo indipendente (Vaude, 2020).

Patagonia ora fornisce **poliestere riciclato proveniente da Teijn**, in Giappone, che ha sviluppato un sistema di riciclaggio a circuito chiuso chiamato **Eco Circle**, precedentemente citato.

Questa tecnologia riduce drasticamente sia il consumo di energia che le emissioni di CO2 rispetto all'uso dell'olio per produrre nuove materie prime in poliestere. Il sistema Eco Circle comprende ora una rete globale di oltre 130 aziende, tra cui produttori di abbigliamento sportivo e uniformi. Il programma Eco Circle descrive il ciclo chiuso della produzione cradle-to-cradle di fibra attraverso tessuto, capi, il loro utilizzo, il fine vita e il successivo riciclo su fibra (Innovation in Textiles, 2010).

Shooting per Asos, Synchilla di Patagonia



Nylon riciclato

La fibra di nylon vergine, come il poliestere, è prodotta con petrolio greggio (petrolio). I vantaggi del riciclaggio del nylon derivano dalla ridotta energia necessaria per produrre la fibra finale e dalla ridotta dipendenza dal petrolio. Il prodotto finale può essere nuovamente riciclato al termine della sua vita. Tuttavia, a causa della chimica dei polimeri, il nylon è più difficile da riciclare rispetto al poliestere. Esistono due principali metodi di riciclaggio:

- Meccanico: La materia prima viene pulita, tagliata e rifusa prima di essere filata.
- Chimico: La materia prima viene pulita, tagliata, de-polimerizzata alla molecola di base e quindi nuovamente polimerizzata con l'aiuto di additivi chimici, trasformandosi in tessuto.

A causa delle limitazioni tecniche, la poliammide riciclata non viene sempre riciclata al 100% e i filati sono disponibili dal 50% al 100% di contenuto riciclato. Sia il nylon riciclato 6 sia il nylon riciclato 6.6 sono disponibili sul mercato. Si cita come esempio **Econyl® Regeneration System** dell'azienda italiana Aquafil (Aquafil Global, 2020); e il **nylon 6.6 riciclato di Fulgar**, sempre azienda italiana, **Q-NOVA®** (Fulgar, 2020).

Biopolimeri

Il PLA è un biopolimero derivato dall'amido di mais, ottenuto da fonte naturale, rinnovabile e completamente biodegradabile. La sua produzione immette bassi livelli di CO2 e i residui possono essere usati come fertilizzanti. Il processo di fabbricazione converte lo zucchero e quindi modifica la composizione molecolare in un polimero ad alte prestazioni da cui è possibile estrudere le fibre. Tra i marchi che producono biopolimeri per abbigliamento sportivo c'è **DuPont™ Sorona®** che rientra nella famiglia dei poliesteri (tipicamente PET) ma il nome generico di Sorona® è PTT o (politetraetiltereftalato). La fibra contiene il 37% in peso di ingredienti di origine vegetale annualmente rinnovabili (28% di carbonio biobased) e ha contribuito a ridurre il consumo di energia non rinnovabile e ridotto le emissioni di CO2 (Dupont).

Rispetto al nylon 6.6, la produzione consuma il 40% in meno di energia e riduce i gas serra emissioni del 56%. Tuttavia, la fibra non è né biodegradabile né compostabile (ibid).

DuPont afferma che Sorona® combina le migliori caratteristiche di nylon e poliestere in un'unica fibra, offrendo straordinaria morbidezza, eccezionale comfort elasticizzato, colore brillante e facilità di manutenzione. Si presta all'uso in tessuti ad alte prestazioni per abbigliamento outdoor attivo e intimo nel fornire elasticità confortevole e buona solidità del colore. È facile da tingere in una vasta gamma di colori e non si decompone nei lavaggi chimici ed enzimatici. I tessuti per costumi da bagno ad alte prestazioni sono resistenti al cloro e ai raggi UV con colori vivaci, asciugano rapidamente e sono incredibilmente morbidi (Dupont).

Tra gli altri biopolimeri adatti all'abbigliamento sportivo ci sono:

- MinervPHATM, poliestere biodegradabile di Bio-on che utilizza scarti industriali e sottoprodotti agricoli;
- Biofeel®, del gruppo Radici, un poliammide 100% bio-based ricavato da fonti vegetali rinnovabili;

- EVO®, un poliammide 6.10 rinnovabile ricavato dalla biomassa dei semi dell'olio di ricino,
- Amni Soul Eco®, un poliammide 6.6 biodegradabile, entrambi di Fulgar;
- NILIT Heat®, filato speciale creato con carboni di caffè e fibra di Nylon (Ungaro, 2019).

Elastan

Anche la fibra elastica sta cercando nuovi parametri e processi produttivi più sostenibili per diventare più sostenibile.

Nel gennaio 2013, **Invista**, attuale proprietario dei marchi Lycra e Cordura, è entrato a far parte del SAC. Nel maggio 2014, la società ha annunciato il lancio della sua prima **Lycra bio-based**. La fibra è composta al 70% da materiali rinnovabili, a base di destrosio ottenuto dal mais. Con il materiale, la società mira a offrire prodotti che riducono le emissioni di CO rispetto all' elastan fabbricato convenzionalmente, nonché a soddisfare le crescenti aspettative dei marchi per prodotti con minori emissioni di carbonio. La natura del nuovo materiale non richiederà alcun cambiamento nel processo di produzione o ingegneria dei capi di abbigliamento (Guinebault, 2014).

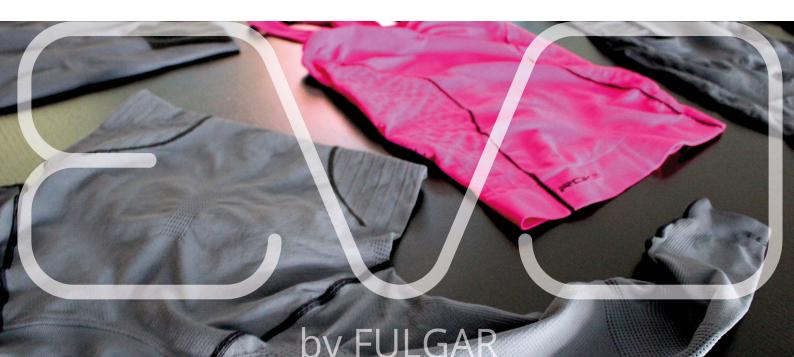
Altra fibra elastica da citare è **Roica**, fibra second life prodotta da **ASAI KASEI**, ottenuta da materie prime riciclate pre-consumo. È stata premiata con la certificazione **Global Recycled Standard**.

Piumino senza piume

Ormai esistono in commercio molte imbottiture che imitano la piuma, corpi cavi sintetici molto leggeri e caldi. Molti sostengono che il caldo della piuma d'oca non è imitabile con nessun'altra fibra, ma di certo ci si può avvicinare.

3 M ha lanciato nel 2014 **Thinsulate Featherless Insulation**, un isolante sfuso progettato per imitare da vicino l'aspetto e le prestazioni del piumino naturale. Questa alternativa è leggera come il piumino naturale, altamente traspirante e mantiene caldo chi lo indossa anche quando è bagnato (McCann, 2015).





3.2 Tessuti e finiture impermeabili

Un importante problema ambientale è emerso, inizialmente in Germania, quando, nel 2012, l'ONG GreenPeace International ha lanciato la sua campagna Chemistry for any Weather, mettendo in evidenza i PFC, tra gli altri prodotti, presenti sugli abiti outdoor come una grave fonte di inquinamento (Smith, 2013). I prodotti chimici, noti come PFC, sono stati ampiamente utilizzati per decenni per fornire idrorepellenza per articoli come giacche e pantaloni usati da milioni di appassionati di attività all'aperto in tutto il mondo (Smith, 2013).

I perfluorocarburi (PFC) sono in grado di respingere acqua, olio e altri liquidi che causano macchie attraverso proprietà antiaderenti. Per uso tessile, i prodotti chimici sono stati uniti su leganti (poliuretano o acrilico) che fungono da colla per attaccarli alla superficie del tessuto. Scotchgard, uno dei primi rivestimenti, prodotto dalla 3 M Corporation da quasi 50 anni, è stato ritirato. La sostanza chimica originariamente utilizzata per Scotchgard era perfluoroottano solfonato (PFOS), una sostanza prodotta dall'uomo che fa parte della famiglia PFC costituita da molecole con una spina dorsale in carbonio completamente circondata da fluoro. Il gruppo di materiali relativi a PFOS e PFOA (acido perfluoroottanoico) ha catene di otto atomi di carbonio (C8) (McCann, 2015). PFOA e PFOS sono composti persistenti, ossia permangono per periodi prolungati nell'ambiente in seguito al rilascio, essendo chimicamente stabili nell'ambiente e resistenti ai tipici processi di degradazione. Essi sono in grado di rimanere nell'aria per giorni e di essere trasportati prima di cadere sul suolo (Ministero della Salute, 2016).

La PFOS è stata ampiamente vietata nell'UE dal 2006. Hanno iniziato ad usare trattamenti PFC a catena corta invece dei tradizionali a catena lunga. Ma ciò non toglie la pericolosità per la salute e l'ambiente, come sostiene Greenpeace, poiché alcune sostanze chimiche **C6 sono meno bioaccumulabili** delle sostanze chimiche equivalenti C8, ma altre sostanze chimiche C6 possono essere più bioaccumulabili rispetto a C8, ad esempio PFH rispetto a PFOS.

I produttori cercano segmenti di perfluorocarburi più piccoli nei loro prodotti, compreso l'uso di C4, in quanto minore è la catena del fluorocarburo; ma le prestazioni tessili desiderate diminuiscono rispetto alla dimensione del perfluorocarburo. C6 (più vicino chimicamente a C8 ma non contiene PFOA) non aderisce ai tessuti per abbigliamento esterno, né respinge acqua e olio, in modo efficace come C8. In termini di durata e resistenza, C6 ha prestazioni scarse, quindi, in relazione al settore e agli standard delle singole società (Smith, 2013).

È importante in questo ambito, **riprogettare nuove finiture impermeabili per l'abbigliamento outdoor** al fine di rispettare gli standard ambientali, evitando l'uso di perfluorocarburi.

Chemistry for any weather

Greenpeace tests outdoor clothes for perfluorinated toxins



3.3 Requisiti di sostenibilità nell'abbigliamento sportivo

In passato, l'approccio del settore sportivo alla produzione dei prodotti ha tenuto in minima considerazione il suo impatto ambientale e sociale. Tuttavia, molti consumatori stanno diventando più consapevoli dei problemi di sostenibilità e sono interessati a sapere in quali condizioni sono stati fabbricati i loro tessuti, mentre, allo stesso tempo, vogliono beneficiare dell'innovazione e della funzionalità. Il consumatore deve essere in grado di distinguere tra green washing e un capo realmente sostenibile. Ciò è possibile solo attraverso una trasparenza documentata della filiera tessile e un'etichetta chiara e completa del capo d'abbigliamento.

Il design sostenibile prende in considerazione dei requisiti universali applicabili ad ogni tipo di prodotto, che possono essere considerati anche per la progettazione dell'abbigliamento sportivo:

- Utilizzo di materiali sostenibili
- Utilizzo di processi produttivi che riducano i consumi energetici
- Utilizzo di energie rinnovabili e pulite
- Durabilità: prodotto durevole nel tempo e che non diventi subito obsoleto
- **Scomponibilità**: i componenti devono potersi separare facilmente senza colle o saldature per facilitare la sostituzione delle parti in caso di rottura e per permettere la riciclabilità dei singoli materiali.
- Tendenza alla **monomatericità**: l'utilizzo di pochi materiali permette un corretto smaltimento a fine vita e un'immediata riconoscibilità.
- **Riuso**: il designer per i prodotti o i materiali per i quali ne ritiene opportuno, può pensare alla progettazione di una seconda vita.
- Trasformare il prodotto in **servizio**: l'azienda deve fornire servizi di assistenza per la riparazione del prodotto e offrire al cliente la possibilità di utilizzare il prodotto senza acquistarlo, permettendo a più persone di utilizzare lo stesso prodotto solo per i momenti per cui lo necessita (affitto attrezzatura e abbigliamento tecnico).

Nel 2005 è stata lanciata la Common Threads Partnership di Patagonia per incoraggiare sia i consumatori che l'azienda ad assumersi la responsabilità reciproca della vita delle "cose" prodotte dall'azienda e di ciò che i clienti acquistano. La società si è impegnata a realizzare prodotti che dureranno a lungo e chiede al cliente di acquistare i prodotti solo se necessario. La campagna di Patagonia aveva come scopo coinvolgere altri marchi nella diffusione di una nuova consapevolezza sulla filiera tessile e di una sostenibilità ambientale diffusa. L'iniziativa di Patagonia si basa su 3 linee guida molto utili: ridurre, riutilizzare e riciclare, alle quali aggiungono riparare (Ventura, 2011).

I marchi più importanti da anni hanno intrapreso questa strada, considerando alcuni dei requisiti elencati sopra e applicandoli ai propri capi, rendendoli linee guida indispensabili nella progettazione. Di seguito alcune applicazioni e iniziative esemplari.

Longevità del capo

L'obiettivo di Patagonia e di altri marchi è quello di progettare prodotti che durano a lungo e che non necessitano di essere sostituiti per molti anni. Si consiglia al consumatore di acquistare solo ciò che è necessario e seguire le istruzioni per la cura per la longevità d'uso.

The North Face propone inoltre che il consumo sostenibile inizi dai consumatori che acquistano meno prodotti nel tempo, riducendo così gli impatti sull'ambiente. Progettare prodotti durevoli di alta qualità che durino una vita è al centro del loro approccio alla sostenibilità. Ciò richiede meno risorse, crea meno sprechi e limita l'impatto sul pianeta (McCann, 2015).

Il capo sportivo, con l'impegno delle aziende, dovrebbe essere progettato per resistere all'usura anche se sottoposto costantemente a condizioni esterne estreme: un capo che perde subito le sue proprietà di protezione dagli agenti atmosferici e non resiste ad urti e strappi, non è da prendere in considerazione. Qualità dei materiali e della confezione equivalgono a un capo più duraturo e quindi più sostenibile, poiché non richiedere di essere sostituito in brevi tempi.

Valutazione del ciclo di vita

La valutazione del ciclo vita è uno strumento molto utile utilizzato da molte aziende per comprendere gli impatti ambientali del prodotto, oltre che i consumi energetici. È uno strumento che considera l'intero ciclo vita del prodotto e permette di affrontare le scelte migliore nei punti critici del ciclo vita, come la scelta dei materiali e lo sviluppo di soluzioni alternative di progettazione del prodotto.

Patagonia e The North Face sono stati i pionieri di questa tecnologia per il prodotto sportivo, ma ormai oggi si possono elencare molti esempi di aziende che usufruiscono di questo strumento.

Patagonia è sempre stato un marchio all'avanguardia sui temi ambientali. Già nel 2005 introduce Footprint Chronicles®, che originariamente doveva essere un rapporto sulla responsabilità sociale delle imprese (CSR) per educare l'azienda a comunicare questioni legate alla trasparenza lungo la filiera con, ad esempio, le ragioni del passaggio al poliestere riciclato e al cotone biologico. L'obiettivo del rapporto è stato quello di ridurre gli impatti sociali e ambientali su scala industriale, come le emissioni di gas serra. Nella prima stagione, cinque prodotti sono stati coinvolti nello studio. Il Footprint Chronicles è diventato da allora uno strumento per educare consumatori, ONG e fornitori.

Nel 2010, **The North Face** ha condotto studi **LCA** su prodotti selezionati nelle sue categorie di abbigliamento outdoor, attrezzature e calzature per valutare gli effetti di un prodotto su molteplici endpoint ambientali durante tutto il suo ciclo di vita, dalle materie prime fino al fine vita del prodotto. L'esame ha confermato che gli impatti ambientali più significativi si verificano nelle fasi di produzione e fabbricazione dei materiali del ciclo vita del prodotto (McCann, 2015).

Trattamenti DWR più ecologici

I trattamenti idrorepellenti e antimacchia sono utilizzati per mantenere il capo asciutto e confortevole durante l'utilizzo.

La selezione del tessuto richiede che le decisioni vengano prese in termini dei criteri di sostenibilità



Call us anytime: 1.800.638.6464 or visit patagonia.com | © 2010 Patagonia, Inc.

patagonia

Patagonia, portale Footprint Chronicles®

rispetto alle prestazioni tecniche del prodotto. L'attuale pressione sul settore è quella di trovare trattamenti che offrano funzionalità adeguate e che causino meno danni all'ambiente. Se l'uso di un prodotto chimico è inevitabile, questo deve essere gestito nella filiera in modo da avere minor impatti sull'ambiente.

Alcuni marchi hanno risposto rendendo pubblici impegni a eliminare gradualmente l'uso del DWR fluorurato nei loro prodotti. Poiché il DWR fluorurato viene sostituito da alternative non fluorurate, è importante assicurarsi che i prodotti vengano valutati per la sicurezza dei consumatori, dell'ambiente e delle prestazioni del prodotto.

Oggi, una vasta gamma di prodotti DWR fluorurati e non fluorurati è disponibile in commercio da incorporare nei prodotti e molti di questi sono stati valutati anche da terze parti indipendenti (ad es. bluesign, ® OEKOTEX,® Green Screen, ® ecc.)

Anche in questo campo, **Patagonia** è una delle aziende pioniere e si pone in grado di influenzare i fornitori e le altre aziende di abbigliamento outdoor. Entro l'autunno del 2022, Patagonia dichiara di voler convertire i prodotti con un trattamento DWR (circa il 90% dei capi impermeabili e resistenti alle intemperie) in prodotti privi di PFC, tra cui anche capi con imbottiture e giacche più leggere (Patagonia, 2020).

Il brand svedese **Haglöfs** (Haglofs, 2020), seguendo le **REACH** (normative UE sulle sostanze chimiche), afferma di mantenere il pieno controllo delle sostanze chimiche utilizzate nella fabbricazione e nel trattamento post-produzione elencando le sostanze che proibisce ai suoi fornitori da utilizzare nella produzione di tessuti. Haglöfs ha adottato il **trattamento C6 DWR** (senza PFOA) che si ritiene

sia completamente privo di PFOS e un contenuto significativamente ridotto di PFOA, riuscendo a convertire oltre il 95% della gamma in DWR senza fluorocarburi o in assenza di DWR. Lo svantaggio è che la resistenza all'olio, la resistenza alle macchie e la durabilità del C6 offrono poca protezione rispetto a un trattamento DWR contenente PFC e quindi potrebbe essere necessario un nuovo trattamento per la repellenza dell'acqua. I DWR senza fluorocarburi sono generalmente meno durevoli e devono essere sottoposti a riprogrammazione su base più regolare.

Haglöfs ha fissato obiettivi ambiziosi per la transizione di tutti DWR in fluorocarburi entro il 2020.

Gore-Tex ha fissato una linea temporale per l'eliminazione graduale dei fluorocarburi nei loro DWR e che è stata allineata con GreenPeace in riconoscimento del fatto che il passaggio a una sostituzione a prestazioni inferiori crea altri problemi e nel complesso è probabile che abbia un impatto ambientale maggiore.

Gore-Tex dichiara che i loro prodotti non siano una fonte significativa di PFC e li loro obiettivi sono:

- Applicare volontariamente le migliori tecnologie di controllo ambientale disponibili in tutti gli impianti di produzione a livello globale per distruggere i PFC di interesse ambientale che potrebbero potenzialmente entrare nell'ambiente dai nostri processi di trattamento DWR.
- Applicare standard di sicurezza e ambientali indipendenti di terze parti credibili come bluesign® e OEKO-TEX®.
- Acquistare materie prime a livello globale solo da aziende che aderiscono ai requisiti del Programma di gestione dell'APE (no PFOA) (Kiehl, 2017).

Outdoor industry association ha sviluppato una guida per le aziende come strumento educativo e risorsa per l'azione, con l'obiettivo di favorire il miglioramento continuo delle pratiche di gestione delle sostanze chimiche in relazione al DWR. Questo documento è stato prodotto come un invito e un'estensione della loro missione per promuovere l'uso di prodotti chimici, processi e pratiche di gestione sostenibili attraverso sforzi collaborativi lungo la catena del valore all'interno del settore outdoor (Outdoor Industry Association, 2012).

Outdoor industry association inseme a Interstate Chemicals Clearing House, un'associazione statale che promuove un ambiente pulito, comunità sane e un'economia vitale attraverso lo sviluppo e l'uso di prodotti chimici e prodotti più sicuri, ha sviluppato un insieme di strumenti che produttori, progettisti di prodotti, aziende, governi e altre parti interessate possono utilizzare per prendere decisioni migliori e più informate sull'uso di sostanze chimiche tossiche nei loro prodotti o processi. L'IC2 ha pubblicato la prima versione (v1.0) della Guida alla valutazione delle alternative IC2, uno sguardo completo alla scienza in via di sviluppo delle valutazioni alternative, a gennaio 2014. La Guida fornisce tre potenziali quadri e una flessibilità sufficiente per consentire a una vasta gamma di utenti di condurre una valutazione delle alternative per sostituire le sostanze chimiche tossiche in prodotti o processi con alternative più sicure. L'IC2 ha rilasciato una versione aggiornata (v1.1) a gennaio 2017 (Interstates Chemicals Clearinghouse, 2014).

Come citato precedentemente nel capitolo dedicato alla moda sostenibile, è importante creare una rete

trasparente e chiara con i fornitori lungo la filiera per dare alle aziende l'opportunità di poter scegliere in modo consapevole le tecnologie adatte alle loro linee di prodotto, rispettando i requisiti di sostenibilità. I fornitori si devono impegnare a fornire un quadro completo dei prodotti chimici impiegati nei tessuti evitando fraintendimenti o scelte sbagliate nell'approvvigionamento delle materie prime.

Materiali rinnovabili

I marchi discussi valutano costantemente materiali e processi più rispettosi dell'ambiente, considerando alternative rinnovabili ai materiali sintetici vergini, nonché altri materiali rinnovabili tradizionali come lana e cotone e materie prime a base biologica. La scelta di materiali sostenibili non può essere presa senza considerare l'impatto dell'intera filiera: un materiale è considerato più sostenibile rispetto ad un altro, se l'impatto ambientale dell'intera filiera è minore rispetto al materiale tradizionale. Questa considerazione è importantissima a livello di comunicazione per il produttore finale, che potrebbe farsi influenzare da tecniche di green washing, senza realmente apprendere l'impatto ambientale del capo che sta comprando. Utilizzare materiali di origine vegetale piuttosto che sintetico, non significa inquinare di meno, tutto deve essere contestualizzato all'interno della filiera. Per questo esistono certificazioni per l'abbigliamento sportivo che attestano che il materiale può essere riconosciuto sostenibile rispetto a quello tradizionale.

Tra i primi casi esemplari nell'utilizzo di materiali rinnovabili nella scelta progettuale dei capi d'abbigliamento c'è The North Face, che ha recentemente adottato l'olio di ricino tra i materiali utilizzati nelle sue collezioni. La pianta di semi di ricino, ampiamente coltivata in tutti i tropici, produce olio dai suoi semi che fornisce un efficace sostituto per metà dei materiali derivati dal petrolio nella membrana impermeabile della linea di prodotti Venture dell'azienda. Riprogettata nel 2010 e lanciata nella primavera del 2011, la membrana impermeabile è ora realizzata con materiale **HyVent DT EC** a base di olio di ricino. Ogni giacca contiene 28 g di rivestimento impermeabile standard, il 50% dei quali a base di olio di ricino. La linea di prodotti Venture del 2011 ha eliminato oltre 22.000 kg di materiali a base di petrolio (McCann, 2015).

Anche il fornitore tedesco, **Vaude** si concentra sulla sostenibilità, la longevità e la responsabilità ecologica e sociale. L'81% della collezione estiva 2020 è dotata dell'etichetta **Green Shape** interna, che copre l'intero ciclo di vita del prodotto e rappresenta materiali ecologici, design durevole e responsabilità sociale (Vaude, 2019).

Nella nuova collezione Urban Life di Vaude, il 40% dei modelli è certificato Global Organic Textile Standard (GOTS) e il 63% è realizzato con materiali naturali. Questa collezione utilizza anche i colori naturali certificati GOTS Natural Dye di Archroma Earthcolours (Amenda, 2019).

Riparazione

Un'azienda seria, che vuole dare ai suoi consumatori un prodotto di qualità, deve saper seguire il consumatore anche dopo l'acquisto. L'interesse nel mantenere la qualità del prodotto, deve essere un suo interesse. Molte aziende già si occupano di riparare capi e attrezzature durante la vita dei prodotti, per evitare prima di tutto lo scontento del consumatore, e poi per garantire prestazioni del prodotto più lunghe.



Vaude, Green Shape core collection

Nel 2005, **Patagonia** ha introdotto la politica di riparazione degli indumenti (propria etichetta) rispediti dai clienti entro 10 giorni lavorativi senza spese per le riparazioni per le quali è necessaria la responsabilità e un prezzo equo per tali riparazioni a causa della normale usura. **The North Face** ripara anche il maggior numero possibile di prodotti restituiti per evitare che i materiali finiscano in discarica. Quei prodotti che non possono essere riparati vengono generalmente riutilizzati per le parti i buono stato come cerniere, bottoni e pezzi di tessuto in tutti i colori (McCann, 2015).

Riutilizzo e riciclaggio

Anche nell'abbigliamento sportivo e outdoor, valgono le condizioni precedentemente analizzate circa la possibilità di utilizzare i propri capi d'abbigliamento più volte di ciò che oggi facciamo. La vita dei capi può essere raddoppiata grazie ad incentivi al riutilizzare i capi, invece che gettarli in discarica. Anche in questo caso il noleggio del capo d'abbigliamento può essere una strategia fondamentale per ridurre l'acquisto di un capo unitile e allungare la vita di capi già utilizzati. Un'altra strategia molto apprezzata è quella di raccogliere i capi indesiderati in buono stato, per essere rivenduti su altri canali, come negozi dedicati all'abbigliamento usato.

Il programma **Worn Wear** ™ di Patagonia prevede l'impegno della società a riacquistare (proprio marchio) i gusci usati (ma in buone condizioni) e altro materiale sintetico e pantaloni da sci e da alpinismo nei negozi designati Patagonia negli Stati Uniti (Patagonia, 2018).

Haglofs ha impostato tra i suoi obiettivi quello di realizzare tutta la sua linea d'abbigliamento in materiali riciclati. Ritengono che ciò oggi non sia ancora possibile ma che le tecnologie promettono sviluppi eccezionali. Oggi l'80% di tutti gli indumenti e il 50% di attrezzatura sono composti da materiali

approvati da bluesign®, e il 40% di calzature sono composti da materiali riciclati (Haglofs, 2019).

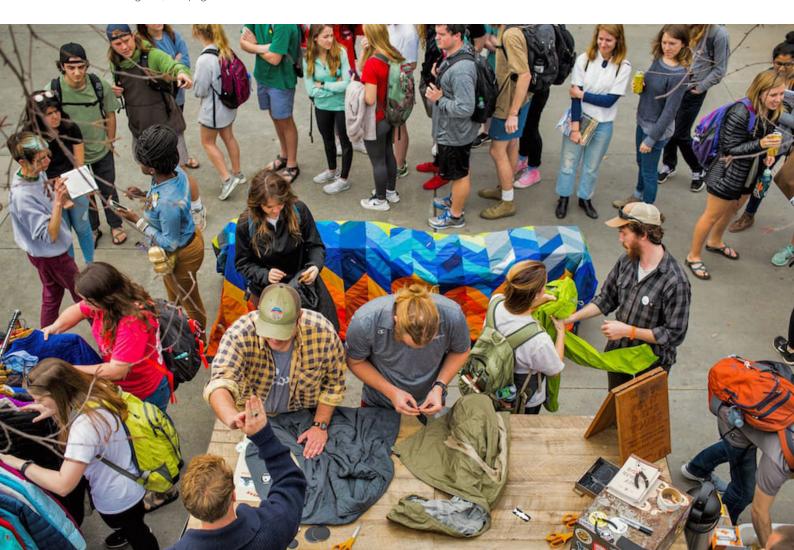
The North Face ha anche l'obiettivo di aumentare il volume del contenuto riciclato in una gamma più ampia di materiali ogni stagione del prodotto, concentrandosi inizialmente sui prodotti con il più alto volume, che attualmente sono prevalentemente poliestere. Ad esempio, nel 2010 la giacca in pile Denali comprendeva l'87% di materiale riciclato in pile Polartec® serie 300, derivato dal 90% di rifiuti post-industriali e dal 10% di rifiuti post-consumo (The North Face).

Impegno nel ridurre l'impatto ambientale dell'azienda

Patagonia è stata tra i primi pionieri a ridurre l'impatto ambientale aziendale dal punto di vista dell'approvvigionamento tessile, oltre a valutare l'ambiente aziendale e i punti vendita. L'attenzione ambientale da parte dell'industria tessile e dell'abbigliamento è diventato ora il problema delle strategie leader di altri marchi per migliorare le pratiche del settore. Moltissime aziende si stanno mobilitando per affrontare dei cambiamenti dal punto di vista di consumi energetici e di impatto ambientale della produzione. I report annuali sulla sostenibilità rilasciano dati rassicuranti, che possono essere un esempio concreto per molti altri settori ad alto impatto e con alti consumi energetici e di risorse. Inoltre, The North Face ha scelto di compensare gli inevitabili consumi di CO₂ partecipando al

programma Go Zero, che pianta, protegge e ripristina foreste e riserve naturali. Avendo compensato il 100% del dispendio energetico generato dal brand negli Stati Uniti, nel 2012 e nel 2013 The North





Face ha ricevuto dall'EPA, l'Agenzia americana di protezione ambientale, il **Green Power Leadership Award**, che premia le organizzazioni che ricorrono a energie rinnovabili per ridurre l'impatto ambientale (Vescio, 2020).

Formazione sulla sostenibilità

The North Face da oltre quindici anni fornisce ai suoi team di progettazione, sviluppo, materiali e approvvigionamento del prodotto, strumenti di progettazione per consentire loro di valutare le considerazioni sulla sostenibilità nelle prime fasi del processo di progettazione prima che le scelte inferiori siano profondamente radicate. Ha stilato per i fornitori la Restricted Substance List, una lista di sostanze da limitare "per ragioni normative, di sicurezza o ambientali" e ha contribuito alla creazione dell'Eco Index, un tool che misura l'impatto ambientale e sociale di abbigliamento, calzature e attrezzature sportive e che è stato successivamente inserito nello strumento di valutazione ambientale dell'Indice Higg (Vescio, 2020).

Tanti marchi tra cui Patagonia e Haglofs, già citati, stanno seguendo l'esempio, formando progettisti sul tema della sostenibilità per valutare la filiera e il prodotto.

Partnership

La collaborazione tra aziende e la condivisione dei progressi e degli obiettivi, sono requisiti essenziali per la creazione di una rete di sostenibilità efficace. Le aziende più importanti hanno i mezzi per investire in nuove pratiche sostenibili, come report sulla sostenibilità, strategie aziendale per ridurre le emissioni e data base aggiornati su materiali e sostanze chimiche utilizzate. Condividere questi strumenti anche con aziende piccole e medie, permette di spingere l'intero settore dell'outdoor verso gli stessi obiettivi, creando una rete certificata per l'intera filiera e più trasparente per i fornitori e i compratori.

Patagonia sostiene che è importante condividere le informazioni con i concorrenti e formare alleanze. A causa di queste sfide globali, è diventato vantaggioso per le aziende collaborare per affrontare i principali problemi di sostenibilità, tra cui l'impronta di carbonio, l'uso di sostanze chimiche, i diritti degli animali, l'uso di terra e acqua, i problemi di fine vita e la responsabilità sociale. The North Face collabora con Ceres Business for Innovative Politica climatica ed energetica (BICEP) che riunisce la comunità imprenditoriale e i responsabili politici per garantire che le diverse prospettive imprenditoriali informino il dibattito sulle politiche in materia di cambiamenti climatici (McCann, 2015). Le aziende associate a BICEP sono multinazionali della moda globale e famosi canali e-commerce.

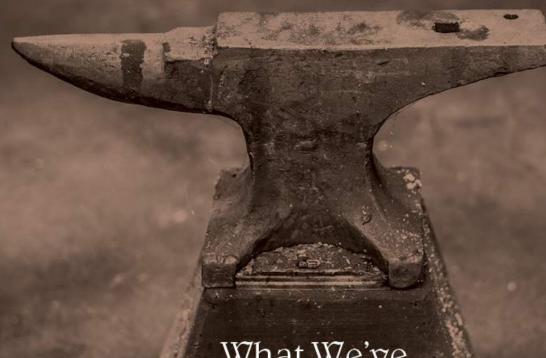
Informazione sulla sostenibilità e il ruolo del consumatore

Come sostenuto precedentemente, per completare gli obiettivi di sostenibilità, è importante coinvolgere il consumatore tra gli attori partecipi. Informare correttamente il consumatore su materiali, processi di produzione e fine vita del capo d'abbigliamento, permette di acquistare in modo responsabile, comprendendo appieno come gestire il fine vita del prodotto. Un'etichetta chiara e completa può essere uno strumento indispensabile in questo contesto, guidando il consumatore verso il corretto smaltimento del capo.

Il ruolo del designer

È competenza dei grandi marchi investire in un team di designer e progettisti preparati in materia, per affrontare le scelte migliori circa la progettazione e lo sviluppo del prodotto. Spesso le piccole aziende non hanno la possibilità di investire in ricerca e sviluppo, poiché gli investimenti vertono su altre priorità economiche, soprattutto in momenti di descrescita e crisi economica. La condivisione delle conoscenze e delle competenze in ambito di design e progettazione è fondamentale in questo campo. Il designer si deve impegnare a spingere l'azienda a includere gli obiettivi di sostenibilità nei suoi interessi principali, supportando le scelte con dati economici incoraggianti: un investimento iniziale può portare a vantaggi futuri all'azienda in termini di fatturato e crescita di visibilità.

the responsible company



What We've Learned from Patagonia's First 40 Years

Yvon Chouinard & Vincent Stanley

patagonia

3.4 Gruppi e associazioni

3.4.1 Gruppi outdoor

The European Outdoor Group's Sustainability Working Group

L'EOG è stata fondata nel **2003** da 19 delle più grandi aziende mondiali di outdoor, che hanno riconosciuto la necessità di un approccio coeso e internazionale alla rappresentanza del settore outdoor.

Dal 2007, è stata sviluppata una piattaforma industriale outdoor comune, promuovendo e adottando i migliori standard di sostenibilità e cercando di migliorare le pratiche commerciali a vantaggio dell'ambiente, della forza lavoro e della società nel suo insieme.

La missione del SWG è fornire informazioni e soluzioni rilevanti per il business per includere la sostenibilità come linea guida dell'industria dell'outdoor. Il SWG si occupa di analizzare il ciclo vita delle linee di prodotto delle aziende associate, applicando le seguenti linee guida:

- Migliorare l'impatto ecologico / ambientale del settore;
- Garantire che l'industria sia aggiornata sulla pertinente legislazione in materia di ambiente, salute e sicurezza in relazione a prodotti e servizi;
- Mantenere il dialogo con le parti interessate;
- Facilitare la comunicazione basata sui fatti di sostenibilità, compresa la revisione dei sistemi di certificazione ed etichettatura:
- Fornire posizioni comuni su temi di sostenibilità per l'industria esterna (UE).

L'SWG sta lavorando con **il gruppo di lavoro statunitense ECO** sulle possibili collaborazioni tra enti per garantire un approccio coerente alla sostenibilità per un'industria internazionale (Knowles, 2017).

The Outdoor Industry Association

L' OIA è stata fondata nel **1989** da un gruppo di 14 pionieri visionari del settore outdoor che hanno creato l'associazione per guidare in maniera unificata il settore outdoor. Oggi OIA negli Stati Uniti, serve più di 1200 produttori, distributori, fornitori, rappresentanti di vendita e organizzazioni no profit per esplorare le questioni relative alla responsabilità delle imprese nel settore outdoor.

Il SAC fa parte di un ecosistema di tre organizzazioni, insieme a Higg Co e Apparel Impact Institute (Aii). Le organizzazioni collaborano, ciascuna con uno scopo unico per promuovere la sostenibilità sociale e ambientale all'interno del settore.

La visione di OIA SWG è stata quella di cercare e valutare continuamente, evolvere in maniera collaborativa e assistere le aziende associate nell'adottare le migliori pratiche ambientali e sociali globali a beneficio delle operazioni e delle comunità in cui conducono la propria attività (Association, Outdoor Industry). Un membro chiave è **The Textile Exchange** (precedentemente noto come Organic Exchange), un'organizzazione senza fini di lucro costituita nel **2002** impegnata nell'espansione responsabile della sostenibilità tessile attraverso la catena del valore tessile globale. La sua missione è ispirare ed equipaggiare le persone per accelerare le pratiche sostenibili nella catena del valore tessile. L'organizzazione si concentra sul minimizzare gli impatti dannosi dell'industria tessile globale e massimizzare i suoi effetti positivi (Textile Exchange).

1988

Patagonia si impegna in campagne ambientali nazionali e sostiene le ONG.

1992

Nasce la certificazione Oeko - Tex standard 100.

1989

Fondazione di Outdoor Industry Association. Fondazione di Nordic Swan

1994

Patagonia inizia a realizzare capi in cotone 100% biologico.

The Sustainable Apparel Coalition

Il SAC è un gruppo industriale di marchi leader di abbigliamento e calzature, rivenditori, produttori, ONG, esperti accademici e la US Environmental Protection Agency, che rappresenta il 30% delle catene globali di fornitura di abbigliamento e calzature. Nel 2011, il SAC ha adottato gli indici EOG e OIA Eco come base per l'indice Higg per creare un quadro globale comune per la valutazione della sostenibilità a livello di prodotto. L'essenza dell'Eco Index originale è stata notevolmente migliorata attraverso un periodo di test pilota e sono state incorporate le raccomandazioni per l'uso dell'indice di sostenibilità dei materiali Nike (MSI). L'indice Higg risultante è stato lanciato su scala globale nel luglio 2012 come strumento di apprendimento sia per le piccole che per le grandi aziende per identificare le sfide e acquisire miglioramenti continui (McCann, 2015).

3.4.2 Strumenti di valutazione ambientale

Regolamento REACH

Secondo il regolamento REACH, le aziende devono occuparsi della raccolta di informazioni sulle proprietà e gli usi delle sostanze che fabbricano o importano, occupandosi inoltre di valutare i possibili pericoli e i rischi presenti nella sostanza.

Queste informazioni sono comunicate all'ECHA (European Chemical agency) attraverso una registrazione contenente le informazioni sui pericoli e, se pertinente, una valutazione dei rischi che l'uso della sostanza può comportare e come tali rischi dovrebbero essere controllati.

Il regolamento viene applicato alle sostanze pure, alle sostanze contenute in miscele e ad alcuni casi di sostanze contenute in articoli (European Chemicals Agency).

Se una sostanza elencata è presente in un articolo al di sopra dei limiti specificati, le società devono notificare l'ECHA (Agenzia europea per le sostanze chimiche) entro e non oltre 6 mesi dall'inclusione della sostanza nell'elenco dei candidati. Inoltre, ai sensi del regolamento REACH, i consumatori europei hanno il diritto di chiedere se gli articoli di consumo contengono SVHC elencati e i fornitori devono fornire al consumatore informazioni gratuite adeguate per utilizzare il prodotto in maniera sicura. (Torkkeli, 2013) (Reach Governo Italiano).

Sistemi di etichettatura volontaria

Oltre al REACH, esiste una vasta gamma di sistemi di etichettatura volontaria.

Le etichette ecologiche e le etichette sociali sono talvolta strumenti efficaci che consentono la comunicazione con i consumatori e sono i principali fattori che determinano le decisioni di acquisto. Tra le eco-etichette ci sono **bluesign®**, **Flower** (sistema europeo di marchio di qualità ecologica con etichetta "Flower"), **GOTS** (Global Organic Textile Standard), **Oeko-Tex®** e **Nordic Swan** (Paesi scandinavi).

Uno dei marchi di qualità ecologica più facilmente adottati dai produttori di abbigliamento e attrezzature sportive (come Hagloffs, Northface e Patagonia) è il sistema bluesign[®]. Questa è un'iniziativa volontaria tra le aziende tessili che incoraggia i fornitori di tessuti e attrezzature a migliorare la loro produzione al fine di soddisfare i rigorosi standard ambientali, sanitari e di sicurezza che giustificano la certificazione. Lo standard bluesign[®] è un sistema rigoroso e indipendente che mira a eliminare le sostanze nocive sin

2000

Fondazione dell'etichetta bluesign.

2003

Fondazione di The European Outdoor Group.

2002

Fondazione di The Textile Exchange.

2006

Nasce il regolamento europeo REACH.

Nasce il Global Organic Textile Standard dall'inizio del processo di produzione. Stabilisce e controlla standard che assicurano che le fabbriche affrontino sostanze chimiche dannose a livello di tessuto e soddisfino requisiti esigenti per la sicurezza dei consumatori e dei lavoratori, l'uso efficiente delle risorse e la protezione dell'ambiente (bluesign).

Indice di sostenibilità dei materiali Nike

Nike ha creato **Nike Materials Sustainability Index** (MSI), frutto di oltre **8 anni di ricerca e analisi**, con l'obiettivo di fornire strumenti e indici di valutazione della sostenibilità che diano ai team di creazione dei prodotti per la selezione di materiali con un impatto ambientale inferiore e per migliorare l'efficienza del modello. Ogni anno Nike utilizza più di **16.000 materiali** nei prodotti e un singolo paio di scarpe può contenere fino a 30 materiali. Il Nike Materials Sustainability Index (MSI) aiuta i team a scegliere materiali migliori da fornitori migliori, consentendo loro di confrontare gli impatti ambientali di 57.000 materiali diversi, forniti da oltre 700 fornitori (Nike, 2012).

Nike ha reso pubblico l'MSI, creando una piattaforma di condivisione e di continua ricerca sul modo migliore di valutare i materiali e condividere le scoperte a beneficio di tutti . La documentazione è stata presentata al SAC che l'ha valutata e resa disponibile.

L'indice Higg

L'indice Higg 1.0 (rilasciato il **26.06.12** su iniziativa del SAC) rappresentava la prima fase dello sviluppo di uno strumento basato su indicatori per l'abbigliamento che consentisse alle aziende di valutare una gamma di scelte ambientali e di progettazione del prodotto. Basato sul ciclo di vita dell'abbigliamento, l'indice ha valutato le prestazioni in termini di sostenibilità e guidato il comportamento con i seguenti obiettivi:

- Comprendere e quantificare gli impatti sulla sostenibilità di abbigliamento e calzature;
- Ridurre drasticamente la ridondanza nella misurazione della sostenibilità nei settori dell'abbigliamento e delle calzature;
- Promuovere il valore aziendale attraverso la riduzione dei rischi e la scoperta dell'efficienza;
- Creare un mezzo comune per comunicare la sostenibilità alle parti interessate.

L'implementazione e il test di Higg 1.0 hanno informato la pianificazione della fase due.

Higg Index 2.0 (rilasciato l'11.12.13) basato sulla suite iniziale di strumenti, è progettato per aiutare a standardizzare il modo in cui le aziende di abbigliamento e calzature di piccole e grandi dimensioni misurano e valutano le prestazioni ambientali dei loro prodotti di abbigliamento attraverso la filiera a livello di marchio, prodotto e struttura.

Il SAC sta ora concentrando le sue risorse per consentire l'adozione diffusa e l'impegno della comunità nella valutazione delle esigenze di valutazione del prodotto dei vari utenti del settore e quali ulteriori strumenti da sviluppare per aiutarli a fare scelte più sostenibili. In termini di progettazione e approvvigionamento, l'obiettivo del prodotto fornisce due moduli per aiutare i professionisti a comprendere gli impatti del loro processo decisionale:

2007

Fondazione di The European Outdoor Group's Sustainability Working Group.

2011

Campagna Detox My Fashion. Indice Higg 1.0. Nike Materials Sustainability Index.

2010

- Il modulo di progettazione rapida (RDM)—Beta: un prototipo per guidare i progettisti nella progettazione di prodotti sostenibili con informazioni attuali e corrette e una struttura di supporto alle decisioni semplificata.
- Esplorazione dei dati dei materiali di indice di sostenibilità (MSI): Una piattaforma online per consentire agli utenti di comprendere i dati e la metodologia alla base dei punteggi dei materiali di base di MSI, come mostrato in RDM Beta. Questa sezione dell'indice funge anche da piattaforma di invio dei dati per migliorare la qualità dei punteggi dei materiali o per aggiungere nuovi materiali.

 Il SAC continuerà a perfezionare i punteggi e il quadro dell'MSI e ad espandere il database man mano.

Il SAC continuerà a perfezionare i punteggi e il quadro dell'MSI e ad espandere il database man mano che ulteriori dati, informazioni e metodologie diventino disponibili (Sustainable Apparel Coalition).

2013 Indice Higg 2.0

2017

Campagna e report di GreenPeace Fashion at the crossroads.

3.5 Casi studio

Di seguito alcuni casi studio di capi d'abbigliamento, calzature e materiali del settore outdoor nei quali si possono riconoscere le innovazioni di sostenibilità descritte e la direzione verso la quale il mercato sta andando negli ultimi anni, grazie anche agli investimenti sulle nuove tecnologie e sulla progettazione a 360°.

Patagonia: Si può considerare questo marchio come uno dei pionieri della sostenibilità nel settore sportivo e outdoor. La sua storia inizia negli anni 70 e ancora oggi è un grande esempio aziendale, che ha fatto della sostenibilità la sua missione principale (Marzella, 2019).

L'iconica collezione **Better Sweater** è un esempio emblematico dell'impegno che l'aziendasta mostrando verso la tutela del pianeta e il rispetto dei lavoratori. La collezione è realizzata interamente in materiale riciclato, incluse finiture e nastri. In aggiunta, i pile Better Sweater sono realizzati con cuciture Fair Trade Certified. Questo significa che una parte del ricavato di ciascuna vendita è destinato ai lavoratori che hanno confezionato il singolo capo. Patagonia vi collabora dal 2000 per ridurre il consumo di risorse nella filiera produttiva e per ricevere supporto nella gestione delle sostanze chimiche, delle tinture e dei trattamenti dei prodotti (Minigher, 2019).

La Sportiva: azienda trentina molto conosciuta nel settore outdoor principalmente per le calzature

V La Sportiva, Mythos Eco



sportive da montagna, dal 2012 ha iniziato a sviluppare un grande interesse verso la sostenibilità e l'impatto ambientale dei propri prodotti. L'azienda partecipa sempre alla fiera ISPO di Monaco, dove dimostra sempre con i propri prodotti la volontà di investire nella sostenibilità, mostrando anche il proprio bilancio sulla sostenibilità, nel quale prende posto l'interesse e il rispetto del proprio territorio (Il Trentino) e con il quale si impegna ogni anno nel supporto all' organizzazione no-profit internazionale 1% For the Planet, EOCA (European Outdoor Conservation Alliance) e nel lancio di prodotti eco compatibili. Un esempio dell'impegno nella sostenibilità di questa azienda è la nuova linea d'abbigliamento invernale, con capi realizzati totalmente o in parte con poliestere riciclato deviante dal riciclaggio di bottiglie di plastica. (La Sportiva, 2020). Ad oggi molti dei prodotti presenti in catalogo sono certificati bluesign e nel 2017 lancia Mythos Eco, scarpetta d'arrampicata realizzata al 95% con materiali a ridotto impatto ambientale e riciclati. Con Mythos Eco, La Sportiva vince il Premio Sostenibilità alla fiera Outdoor di Monaco, ottenuto grazie al suo impegno nella sostenibilità. La scarpetta è composta da una concia metal free, pelle biodegradabile, collanti a base d'acqua, suola con gomma prodotta da materiale recuperato (La Sportiva, 2018).

Vaude: Il marchio **VAUDE Green Shape** identifica prodotti ecologici realizzati con materiali sostenibili ma funzionali, fabbricati in condizioni di lavoro eque lungo l'intera filiera (Vaude).

Tutti i prodotti Vaude sono certificati bluesign e i capi impermeabili hanno la speciale rifinitura Eco Finish senza l'uso di fluorocarburi dannosi per l'ambiente (PFC). Oggi Vaude sta lavorando per rendere l'intera filiera sostenibile e con condizioni eque per i lavoratori (Vaude, 2020).

Ortovox: nel 2012 Ortovox ha fondato **ORTOVOX WOOL PROMISE (OWP)** basandosi sul **Responsible Wool Standard (RWS)**. Lo standard OWP si concentra sul benessere degli animali, sulla gestione degli allevamenti e del territorio e anche sul trasporto e la macellazione. L'obiettivo dichiarato entro il 2024 è di rafforzare ulteriormente l'importanza del protocollo ORTOVOX WOOL PROMISE. Anche **SWISSWOOL**, la tradizionale lana proveniente dalle Alpi della Svizzera, che ORTOVOX utilizza principalmente come materiale isolante, entrerà a far parte dell'OWP per la stagione 2021/22. ORTOVOX ha grandi ambizioni in termini di sostenibilità e si pone come obiettivo **rendere completamente trasparente la filiera di produzione** in tutte le sue fasi e processi (Ortovox, 2020).

Jack Wolfskin: Jack Wolfskin progetta **Texapore Ecosphere**, una collezione con membrana e rivestimento riciclati al 100%. Come Nanuka Ridge Jacket, un soft shell impermeabile realizzato con **poliestere riciclato al 100% e PFC free** (Jack Wolfskin, 2020).

Icebug: Icebug è una delle prime aziende sostenibili per le calzature sportive outdoor e per la montagna. L'azienda segue l'iniziativa **Climate Neutral Now**, lanciata dal Segretariato delle Nazioni Unite per i cambiamenti climatici, con l'impegno di ridurre le emissioni prodotte dalla filiera (Icebug, 2019). Molte delle loro calzature sono **certificate bluesign®** e realizzate con materiali sostenibili e vegani. Come **Rover RB9X® GTX** con Tomaia in poliestere bluesign®, fodera in GORE-TEX® Extended Comfort con tessuto PA standard bluesign® e Oeko-Tex 100 e soletta estraibile da Ortholite Hybrid, foderata con poliestere riciclato al 100% certificato bluesign (Icebug, 2020).

Polartec: Azienda Fondata nel 1906 come **Malden Mills**, cambia poi nome in Polartec. Si occupa da sempre di innovazione e sviluppo tessile e inventa il moderno pile sintetico nel 1981. Tra le tecnologie di questa azienda ci sono **tessuti leggeri traspiranti e rinfrescanti , tessuti isolanti e per la protezione dalle intemperie , utilizzati dai principali marchi sportivi, dall'esercito statunitense e da altre forze armate globali, dai mercati ignifughi, dell'abbigliamento da lavoro e della tappezzeria.**

Da sempre Polartec si occupa di investimenti nel settore nella produzione sostenibile soddisfando tutti gli standard obbligatori, a livello globale.

L'isolamento attivo Alpha è il mio richiesto ed utilizzato dai marchi di abbigliamento sportivo, grazie alla sua tecnologia innovativa si classifica tra i migliori isolamenti sintetici sul mercato. Il materiale è disponibile in PET 100% riciclato (Polartec, 2020).

Un'applicazione interessante di questo isolamento è la giacca ibrida per lo sci **Ventus Hybrid di blackcrows**, in cui Polartec Alpha è inserito per garantire calore in ogni situazione (blackcrows, 2020).

Primaloft: questa azienda offre molte soluzioni di isolamento per abbigliamento sportivo e negli ultimi anni ha inserito tra i suoi prodotti scelte più sostenibili come **Primaloft Bio, 100% riciclato e biodegradabile** (Primaloft, 2018). Un altro interessante prodotto è **Primaloft P.U.R.E.**, una nuova tecnologia di produzione che utilizza l'aria, invece del calore, per produrre l'isolamento PrimaLoft®. Il risultato è una drastica **riduzione delle emissioni di anidride carbonica** (Primaloft, 2019). I materiali sono stati presentati a Monaco 2019 e saranno disponibili dall'inverno 2020. **Houdini Sportswear, brand svedese, Helly Hansen, Norrøna e Vaude**, lanceranno le nuove collezioni con all'interno i nuovi prodotti Primaloft (Guarco, 2019).

Schöffel: è un marchio tedesco di abbigliamento sportivo che ha realizzato un nuovo tessuto, S.Cafè, con caffè riciclato. Il materiale **S.Café®** è un composito di fibra tecnica realizzato con fondi di caffè riciclati e con un contenuto di PES riciclato. Il prodotto naturale offre un valore aggiunto, inibendo gli odori e garantendo una vestibilità confortevole sulla pelle anche durante attività che durano diversi giorni.

Dotata di materiale VENTURI a 2,5 strati, la giacca **Neufundland2** da donna e la giacca **Toronto2** da uomo colpiscono anche per il loro peso ridotto. **I fondi di caffè riciclati vengono applicati qui come una stampa utilizzando la tecnologia P4DRY all'interno della giacca (ISPO, 2019).**

Grüezi Bag: è un'azienda svizzera che produce sacchi a pelo molto attenta all'ambiente e che ha cura il benessere degli animali. Vanta la certificazione **Responsible Down Standard** e **Mulesing free**. Presenta **Biopod DownWool Ice Compostable**, un sacco a pelo quasi compostabile al 100%. Nel processo di compostaggio industriale, i materiali utilizzati si decompongono in appena 200 giorni contro il poliestere convenzionale impiega più di 400 anni a decomporsi. Il materiale isolante per Biopod DownWool Ice CompostAble è un mix innovativo di materie prime rinnovabili e biodegradabili come piuma e lana - DownWool (Grüezi bag, 2013).

Fjällräven: azienda svedese di abbigliamento sportivo causal e ourdoor, Fjällräven fa parte del gruppo **Fenix** e ha molto a cuore la sostenibilità che applica dalla progettazione, alla scelta dei materiali e

alla filiera produttiva. **Greenland Re-wool** è la riscoperta di un grande classico di questo brand. Con Re-Wool l'azienda sta cercando di **utilizzare la lana in eccesso per produrre nuovi prodotti**. Usando la tradizione artigianale italiana, la lana riciclata viene colorata, sminuzzata e poi fusa con altri colori per risultati unici. Infine, il filato viene mescolato con il poliestere o poliammide per una maggiore resistenza. Questo processo non solo minimizza gli sprechi, ma richiede meno lana vergine per realizzare maglioni di lana, giacche e camicie. **L'utilizzo di lana riciclata** (pre e post-consumo) contribuisce alla sostenibilità, dando nuova vita a un prodotto e materiale che altrimenti sarebbe andato perso (Fenix Outdoor International AG, 2019).

V Jack Wolfskin, giacche per l'outdoor





4. Scialpinismo e abbigliamento sportivo

4.1 Definizione e descrizione dello scialpinismo

Lo scialpinismo è una disciplina sportiva che deriva dallo sci ma che può essere definita alpinistica, che si pratica solo in montagna a quote medio alte quando e dove è presente molta neve. Questa disciplina può essere praticata in ambiente, al di fuori degli impianti e delle piste, ma che può essere praticata anche ai bordi delle piste da sci.

Questo sport prevede una fase di salita sul pendio montuoso, con sci muniti di attacchi per gli scarponi e pelli di foca. La fase di discesa in ambiente privo di impianti permette di svolgere "fuoripista", cioè scendere lungo pendii non battuti; mentre la discesa in pista, prevede l'utilizzo delle piste battute. Lo scialpinismo può essere svolto come solo scopo dell'attività oppure come possibilità di avvicinamento su neve nei percorsi alpinistici invernali (Wikipedia, 2020).

Lo scialpinismo è uno sport che prevede una preparazione medio avanzata nello sci di discesa e una buona conoscenza dell'ambiente montano e dei pericoli in cui è possibile incorrere. Solitamente chi desidera approcciarsi a questo sport non è un novello della montagna, anzi associa e svolge altre attività in montagna, come l'alpinismo, l'hiking, e l'arrampicata sportiva. Per una buona conoscenza e preparazione è inoltre consigliato partecipare a dei corsi che prevedono sia parti teoriche che pratiche con istruttori qualificati (il Club Alpino Italiano ad esempio è un'associazione che si occupa di svolgere questi corsi per chi lo desidera).

L'attrezzatura per praticare questo sport è molto specifica e principalmente prevede:

- Gli sci: devono essere specificatamente costruiti per lo scialpinismo. I requisiti principali che devono possedere sono la leggerezza, la robustezza e la manovrabilità. Per la galleggiabilità e la manovrabilità su neve fresca profonda lo sci deve essere abbastanza morbido e flessibile. Gli sci per scialpinismo hanno solitamente sciancrature marcate, adatti per le specialità carving e free raid. Avendo spatola e coda marcatamente più larghe rispetto agli sci tradizionali, permettono un aumento della superficie di scivolamento (Scuola centrale di Sci Alpinismo, 2004).
- **I bastoncini:** sono indispensabili sia per la salita che per la discesa. È importante che siano robusti poiché può capitare che si debbano usare per le manovre di soccorso.
- **Gli attacchi:** questi permettono di liberare il tallone, agevolando così i movimenti in salita, e di bloccarlo poi per sciare in discesa. Gli attacchi devono essere robusti, leggeri, semplici da regolare, con una buona tenuta laterale e con il fulcro il più vicino possibile alla punta del tallone. Inoltre devono avere la possibilità di cambiare posizione senza dover togliere gli sci. Inoltre lo ski stopper incorporato può impedire lo scivolamento in caso di sgancio accidentale (ibidem).
- **Gli scarponi:** devono essere comodi e pratici sia per camminare con gli sci che senza. Sono molto più leggeri e flessibili degli sci classici da discesa e anche per questo spesso risultano meno fascianti e meno caldi. Sono costituiti da uno scafo in plastica con scarpetta esterna estraibile. Durante la salita la caviglia deve rimanere libera per agevolare il passo, mentre in discesa il gambaletto deve avere la giusta inclinazione in avanti e lo scarpone deve serrare bene tutto il piede (ibidem).
- Le pelli di foca: queste sono delle strisce di tessuto sintetico o animale, che vengono applicate sulla

soletta degli sci e impediscono di scorrere indietro durante la fase di salita. La pelle è dotata di peli obliqui, in modo tale che quando viene caricata obliquamente, sviluppi attrito sulla neve. I peli possono essere da fibra naturale (lana mohair), o sintetica. Il mohair dimostra una migliore scorrevolezza e una minore capacità di far presa sulla neve (ibidem).

- I rampanti: sono delle lame metalliche che si applicano agli sci di fianco all'attacco o direttamente sull'attacco che permettono la salita sulla neve molto dura, o di superare pendenze molto ripide (ibidem).
- Lo zaino: deve essere di dimensioni sufficienti per contenere tutto ciò che è necessario per la gita e compatto, per non sbilanciare la persona.
- A.R.V.A. pala e sonda: è il kit di soccorso indispensabile che ogni scialpinista deve possedere durante qualsiasi uscita. L'A.R.V.A. è uno strumento elettronico ricetrasmettitore che viene indossato sotto la giacca vicino al corpo che deve essere attivo durante tutta l'uscita e permette di localizzare le persone che vengono travolte dalla valanga tramite il segnale elettromagnetico captato dal ricettore (ibidem). La pala e la sonda permettono di localizzare e liberare velocemente la persona sotto la valanga.

4.1.1 Scala delle difficoltà

Gli sportivi che amano la montagna e le attività che si possono svolgere nella natura incontaminata e spesso ostile all'uomo, devono avere una preparazione che non ammette superficialità o un incosciente senso dell'avventura. La pianificazione e la scelta dell'escursione è parte fondamentale dell'attività.

V rcaucino iStock photo, Sciatore alpino solitario sul grande ghiacciaio di Verra; sullo sfondo le vette del Castore e del Polluce. Monte Rosa, confine Svizzera-Italia.



Lo sciatore deve saper adottare tutte le precauzioni fondamentali indispensabili per rendere l'attività scialpinistica il meno rischiosa possibile. In questa attività, come tutte le attività in montagna, è molto importante avere un senso autocritico delle proprie capacità e della propria esperienza. Inoltre è fondamentale saper valutare e riconoscere le condizioni dell'escursione, impossibili da controllare, ma che si possono evitare: lo scialpinista deve saper stimare il pericolo di valanghe e conoscere le condizioni meteorologiche.

Prima di tutto, è molto importante saper pianificare bene la gita in montagna. Per una buona riuscita dell'uscita è fondamentale avere una buona conoscenza delle proprie capacità, sapere scegliere il luogo e comprendere le condizioni meteorologiche.

Nel momento in cui è necessario valutare le difficoltà degli itinerari scialpinistici, normalmente si utilizza la scala Blachère, che viene adottata nella maggior parte delle guide di scialpinismo. La difficoltà di un itinerario viene valutato facendo riferimento "a una situazione di normalità" che prevede una buona visibilità e condizioni ventose deboli con neve discreta ma non particolarmente favorevole.

La scala Blachère assegna a ogni itinerario un grado di difficoltà di tipo MS, BS, OS per descrivere una serie di parametri che sono "la lunghezza e il dislivello dell'itinerario, la ripidezza e la continuità dei pendii, la presenza di tratti esposti ed eventuali pericoli oggettivi".

- MS per medio sciatore: terreno caratterizzato da pendii aperti con pendenza moderata e dislivelli contenuti
- BS per buon sciatore: terreno con inclinazione fino a 30-35°, lunghezza e dislivelli discreti. In alcuni casi è richiesta una buona tecnica di discesa.
- **OS per un ottimo sciatore**: terreno ripido, tratti esposti, passaggi obbligati, lunghezza e dislivelli sostenuti: in alcuni punti è richiesto curvare e arrestarsi in breve spazio e nel punto voluto.
- MSA per medio sciatore alpinista: è presente un percorso di roccia o di misto proseguendo a piedi per raggiungere la cima.
- BSA per un buon sciatore alpinista: l'itinerario presenta anche caratteri alpinistici: percorso di ghiacciaio, di creste, di tratti rocciosi.
- **OSA per ottimo sciatore alpinista:** l'itinerario presenta anche caratteri alpinistici: percorso di ghiacciaio, di creste, di tratti rocciosi, crepacci terminali (Scuola centrale di Sci Alpinismo, 2004).

4.1.2 Cenni di storia

Lo scialpinismo inteso come disciplina autonoma si sviluppa nel **ventesimo secolo**, perché la differenziazione dalle altre specialità sciistiche nordiche e alpine fu molto lenta. Durante gli **anni 20 e 30**, con la nascita delle stagioni turistiche e delle specializzazioni degli sport invernali, lo sci si sviluppa nelle autonome e attuali discipline. Nei decenni successivi lo scialpinismo ha subito un'enorme evoluzione, passando da sport di nicchia, a sport invernale praticato da molti.

Dal 1880 in poi si può considerare e riconoscere un crescente numero di tentativi di raggiungere nuove vette delle Alpi. In quegli anni la pratica dello sci era limitata all'area scandinava e poco conosciuta nelle Alpi e in Europa centrale. Le prime ascese con gli sci, fino a raggiungere i 4000 m, sono considerate

grandi imprese sportive, considerando la mancanza di relazioni, carte e materiali adatti. In quel periodo le pelli di foca erano pressoché sconosciute e poco utilizzate, gli sci erano poco scorrevoli e pesanti e si usava un bastone unico alto 180 cm. Le calzature e gli attacchi erano rudimentali e l'abbigliamento ingombrante.

Nel 1896 Adolfo Kind, svizzero naturalizzato italiano, cominciò a praticare lo scialpinismo sulle colline di Torino e creò un piccolo gruppo di appassionati. Nel 1901 Kind fondò lo Ski Club Torino. Lo scialpinismo di punta, soprattutto durante i primi anni del secolo, era dominato dai tedeschi e dagli svizzeri. Nel gennaio 1902 si creò a Zermatt uno dei primi corsi di scialpinismo per guide, sotto la direzione di Victor de Beauclair, campione di sci e alpinista.

La grande guerra vide un arresto dell'attività scialpinistica, con l'eccezione della Svizzera neutrale, sulle cui montagne molti alpinisti continuavano le loro attività. Molti soldati sciatori alpini si videro impegnati in un imponente campagna scialpinistica, che alimentò una passione viva e duratura. Dopo la guerra in Italia gli Ski Club di Torino, Milano e Genova divennero scuole importanti dove si raccoglievano i più forti sciatori alpinisti dell'epoca. Molti italiani cominciarono a conquistare cime ambiziose, come il Breithorn o l'Elbrus. Nel periodo tra le due guerre la pratica dello scialpinismo si diffuse capillarmente in tutte le regione alpine, conservando però il suo carattere elitario. Si possono sottolineare due fattori che concorsero a limitare l'attività: il momento d'oro dell'alpinismo estivo alla conquista delle pareti estreme; la crescente meccanizzazione della montagna che indirizzò molti amanti degli sci sulle piste. Nonostante la scarsa popolarità, lo scialpinismo cominciò ad assumere una dimensione sociale più vasta in cui le unità più importanti erano i Club, l'associazione e i vari gruppi di gite.

Con la **seconda guerra mondiale** e con il **dopoguerra**, lo scialpinismo ebbe un arresto quasi totale. La ripresa fu molto faticosa a causa della ricostruzione del paese e della mancanza di interesse da parte dei giovani nell'attività, ormai abituati agli impianti di risalita.

La rinascita della disciplina si ebbe **tra il 1955 e il 1960**. I motivi che segnarono questa evoluzione furono: il bisogno di libertà ed evasione tipico delle nuove generazioni, l'insofferenza per l'affollamento delle piste e, infine, il grosso contributo del Club Alpino Italiano e delle sue scuole. Nell'ultimo ventennio del secolo scorso, le sezioni del CAI sono passate da una decina a oltre 70, con più di 10.000 allievi.

Tra il 20 marzo e il 23 maggio del 1982 è stata portata a termine la traversata internazionale scialpinistica delle Alpi "Scialpinismo senza frontiere" con la partecipazione del Club Alpino Italiano, francese, svizzero, sudtirolese, tedesco, austriaco e iugoslavo. Due squadre di 12 sciatori sono partite da Nizza e da Trieste, percorrendo più di 2000 km e 150.000 metri di dislivello.

Negli ultimi anni lo scialpinismo classico ha visto l'incontro e **l'ibridazione** non solo con l'**alpinismo**, ma anche con altre attività collaterali, come lo **sci di fondo escursionistico**. Sempre più sciatori alpinisti stanno superando i limiti dello scorso secolo, affrontando uscite e scalando pendii con rilevanti tratti alpinistici. Sicuramente le nuove tecnologie che investono i materiali e l'abbigliamento, sono un grande

Scialpinismo e abbigliamento sportivo | Definizione e descrizione dello scialpinismo

alleato dello sciatore esperto e preparato. Il progresso delle figure di punta non farà che aumentare l'interesse per la montagna invernale, avvicinando sempre più persone a scoprire una montagna non conosciuta dai più, selvaggia e avventurosa (Club Alpino Italiano, 1992).



4.2 Abbigliamento a strati

Come tutti gli sport all'aperto, lo scialpinismo è soggetto a temperature rigide e ad ambienti non adatti alle attività umane. Per concepire uno sport praticabile in sicurezza e comfort a temperature e condizioni d'alta quota, oltre alla attrezzatura corretta, è indispensabile **sapersi vestire**. Questo potrebbe risuonare scontato, ma una giusta protezione permette di svolgere lo sport ad alte prestazioni fisiche, **godendosi l'uscita in ambiente in qualsiasi condizione meteo**.

Il sistema di abbigliamento più comunemente usato per le attività all'aperto è costituito da uno strato di base indossato per il comfort termico della pelle, uno strato intermedio principalmente per l'isolamento termico e uno strato di guscio per proteggere dal vento e dalle precipitazioni. Gli strati hard shell sono generalmente realizzati con tessuti traspiranti impermeabili (waterproof and breathable fabric WBF). Esiste una popolare alternativa al tradizionale sistema di stratificazione noto come abbigliamento "soft-shell". Lo scopo di un sistema soft-shell è quello di fornire protezione da freddo, vento, pioggia e surriscaldamento senza la necessità di aggiungere o rimuovere strati e originariamente senza utilizzare una membrana traspirante impermeabile. Questo risultato è ottenuto combinando elementi di tessuto del tradizionale sistema di stratificazione, solitamente tessuti a pile e uno strato di guscio strettamente intrecciato con o senza membrana, mediante laminazione o costruzione cucita. L'abbigliamento softshell originale ha sacrificato l'impermeabilità assoluta per una maggiore traspirabilità e semplicità di costruzione omettendo i WBF; questi capi sono stati progettati per essere indossati senza uno strato di base. La categoria di indumenti soft-shell si è evoluta, in particolare quando i grandi produttori di WBF hanno iniziato a realizzare indumenti soft-shell, in modo tale che quelli più moderni possano incorporare una membrana e / o un rivestimento e inoltre, molti utenti combinano il soft shell con uno strato di base (Morrissey & Rossi, 2013).

4.2.1 Isolamento termico

Il trasferimento di calore e umidità avviene attraverso i pori del tessuto, l'interno della fibra e la superficie; i capillari tra fibre e filati; e l'aria tra tessuti e filati. Le proprietà di un tessuto possono influire in modo significativo sulla distribuzione dell'umidità e della temperatura, nonché sul comfort (Harlin, Jussila, & Ilen, 2019). In diversi studi, sono stati modellati i meccanismi di trasferimento di calore e umidità dalla pelle all'ambiente, e questi sono presentati di seguito.

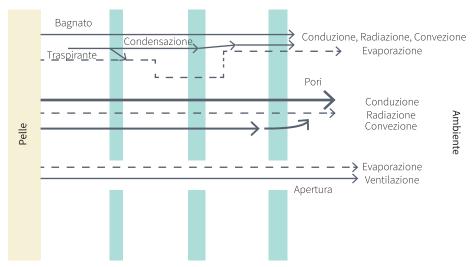


Fig 18: Trasferimento del sudore e calore attraverso il sistema a strati. Fonte: Morrissey & Rossi, 2013

Il trasferimento di calore tra uomo e ambiente è determinato dall'isolamento termico degli indumenti. Le fibre sono responsabili dell'isolamento termico per circa il 5-20% nel sistema di abbigliamento protettivo, mentre l'intrappolamento dell'aria secca nei tessuti e tra gli strati di indumento è responsabile circa l'80-95% dell'isolamento termico, grazie alla resistenza termica dell'aria circa otto volte superiore rispetto ai materiali in fibra (Song, 2009).

Per ottenere un isolamento ottimale dagli strati di abbigliamento è importante considerare sia il volume d'aria intrappolato vicino al corpo, che le proprietà delle fibre, come diametro e lunghezza, nonché la struttura stessa del tessuto, il quale gioca un ruolo fondamentale comparato con fibre che possono presentare le stesse caratteristiche termiche.

Gli strati d'aria all'interno dell'abbigliamento normalmente non sono distribuiti uniformemente sul corpo e la dimensione degli spazi d'aria può essere disomogenea (Mah & Song, 2010). Da anni, la metodologia di scansione del corpo 3D è utilizzata per analizzare la vestibilità del capo e le intercapedini d'aria all'interno dell'abbigliamento. Il metodo dimostra di fornire risultati comparabili con le misurazioni manuali e di essere uno strumento prezioso per valutazioni degli indumenti (Robinette & Daanen, 2006).

4.2.2 Abbigliamento protettivo

La resistenza termica si mostra più elevata **quando viene intrappolata più aria nelle fibre e nelle strutture del tessuto**, perciò l'abbigliamento funzionale è costituito da almeno tre strati separati: primo strato interno, secondo strato intermedio e strato esterno o guscio (Harlin, Jussila, & Ilen, 2019).

I requisiti degli indumenti di protezione dal freddo sono determinati in base alle condizioni ambientali (temperatura dell'aria, vento, umidità, superfici fredde), ai **tempi di esposizione al freddo**, all'**attività fisica** e all'**ergonomia** durante l'attività, oltre ai requisiti degli **standard fisiologici**, **comfort** e capacità lavorativa degli utenti al freddo.

Strato interno

Lo strato interno è la parte funzionale dell'abbigliamento protettivo al freddo ed è influenzato dagli strati di indumento medio ed esterno. Lo strato interno è esposto a calore, vapore acqueo e scambio di liquidi con la pelle e il suo ruolo principale è quello di eliminare l'acqua dalla pelle (traspirazione transplanare) e anche di diffondere il sudore su una grande area di superficie esterna (traspirazione in piano) per un migliore raffreddamento, evaporazione e un'asciugatura più rapida. L'allontanamento del vapore acqueo è inoltre fondamentale per mantenere un certo comfort sensoriale (Morrissey & Rossi, 2013).

Il materiale dello strato interno adatto per un clima freddo dovrebbe fornire buone proprietà tattili ed elevate proprietà traspiranti ed essere leggero e non comprimibile.

Da un'analisi empirica e da ricerche di casi studio, i materiali più adatti per lo strato interno sono il PP, il quale mantiene una temperatura vicina alla pelle più alta rispetto al cotone; e la lana, fibra igroscopica che da una percezione tattile più asciutta e una percezione della temperatura più confortevole. La lana è naturalmente flessibile e traspirante, grazie alla struttura della fibra e per prevenire il prurito del

tessuto si possono usare fibre di lana Merino più sottili di 23 µm.

Strato intermedio

Il ruolo principale dello strato intermedio è quello di fornire isolamento. Gli strati intermedi sono comunemente basati su strutture in pile a maglia sintetica o in fibra naturale. Tra materiali a trama fitta è possibile inserire ovatte sintetiche e naturali non tessute, o piumino. Lo strato intermedio funziona intrappolando aria ferma che ha una bassa conducibilità termica. Si può quindi affermare che uno strato intermedio può essere considerato ogni tipo di indumento che è in grado di accumulare aria statica tra le fibre o nell'imbottitura (corpo cavo). È assolutamente importante minimizzare il movimento dell'aria e quindi la perdita di calore convettiva.

Quando il movimento del corpo o il vento modifica le caratteristiche di questi strati d'aria, anche l'isolamento dell'abbigliamento cambia. Considerando i meccanismi separati con cui si verificano queste riduzioni dell'isolamento dei capi di abbigliamento, i progettisti di abbigliamento possono essere in grado di creare capi di abbigliamento con isolamento "flessibile" che può essere regolato per soddisfare la produzione di calore metabolico ed evitare perdite di calore indesiderate dovute al vento. Chi lo indossa può anche effettuare grandi cambiamenti nell'isolamento dei vestiti usando le aperture dei vestiti.

Tutt'oggi, il miglior materiale per l'isolamento termico è la piuma d'oca che, leggerissima, asciuga in fretta e ha una bassa conducibilità termica. L'unico suo difetto è che a contatto con l'acqua la struttura del piumino collassa e le fibre del piumino tendono a raggrupparsi, cosa che non accade con l'isolamento sintetico. Recentemente sono emerse molte innovazioni per migliorare la idrorepellenza della piuma.

Alcuni esempi sono 'Down Tek' ed 'Encapsil', 'Dri down'. Quest'ultimo è un rivestimento applicato al plasma, in cui il piumino regolare viene trattato con un polimero a livello molecolare per creare una finitura idrofobica su ogni singola piuma (Sierra Design, 2015).

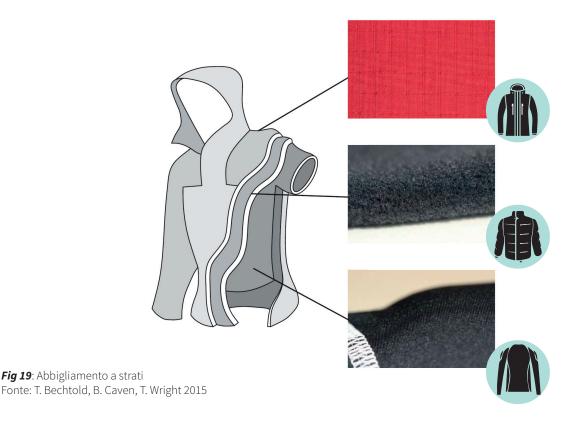
Altri materiali si concentrano sul miglioramento della permeabilità all'aria dell'isolamento, ad esempio l'isolamento "Alpha" di Polartec, un sistema di isolamento composto da fibre loft Polartec sintetiche, unite a una maglia solida. Le fibre sono idrofobe in PET, traspiranti e asciugano velocemente (Polartec, 2020).

Strato esterno

Il ruolo dell'indumento hard shell è proteggere gli strati interni dall'ingresso di vento e pioggia e fornire protezione meccanica all'intero sistema di abbigliamento. Dovrebbe consentire contemporaneamente il trasferimento del vapore acqueo (sudore evaporato) dal microclima degli indumenti all'ambiente. Tali tessuti sono noti come WBF. I WBF sono generalmente suddivisi in quattro categorie: tessuti a trama fitta, WBF microporosi, idrofili e bicomponenti.

Le costruzioni di tessuto permeabile offrono un chiaro vantaggio a chi le indossa e le membrane traspiranti hanno un sufficiente trasporto di umidità anche a basse temperature (-20 ° C).

In un indumento protettivo multistrato, la membrana esterna è attaccata allo strato isolante del sistema



di abbigliamento multistrato, aumentando la permeabilità al vapore e diminuendo gli accumuli di umidità dopo un periodo di sudorazione (Harlin, Jussila, & Ilen, 2019).

I tessuti a trama fitta possono essere realizzati con fibre naturali o sintetiche e la struttura del tessuto è responsabile dell'impermeabilità.

IWBF microporosi laminati o rivestiti sono generalmente creati da polimeri come politetrafluoroetilene (PTFE) o PU; la struttura microporosa può essere creata tramite fibrillazione meccanica (stiramento biassiale ad alta temperatura), coagulazione a getto umido (esposizione di PU viscoso a vapore) o dissoluzione del vapore acqueo e del sale (aggiunta di cristalli di sale e successivamente rimossi per creare i pori). Tali film o rivestimenti presentano da uno a due miliardi di pori per centimetro quadrato di dimensioni comprese tra 0,1 μm e 3 μm. Poiché le molecole di vapore acqueo hanno un diametro di 0,00004 μm, mentre le goccioline di acqua liquida hanno un diametro di almeno 100 μm, i complessi passaggi formati da questi pori agiscono come un filtro per l'acqua liquida pur consentendo il passaggio del vapore acqueo. Poiché i rivestimenti o i film microporosi possono essere compromessi dall'acqua contaminata dai detergenti, dal sudore o dall'acqua salata (riducendo la tensione superficiale e consentendo all'acqua di creare un angolo di contatto inferiore con la rete porosa), molti sono rivestiti con uno strato idrofilo solido (WBF bicomponenti). Un nuovo metodo per prevenire questo effetto ha portato alla membrana event®. La protezione della membrana in PTFE senza rivestimento idrofilo è

stata ottenuta rivestendo la struttura con un **fluoropolimero idrofobo e oleofobico**; per raggiungere questo obiettivo, è necessario un agente bagnante per garantire che il rivestimento abbia una tensione superficiale adeguatamente bassa per bagnare ed entrare nei pori della membrana, quindi un processo di riscaldamento fa evaporare l'agente bagnante (Morrissey & Rossi, 2013).

Recentemente è emersa una nuova categoria di membrane o rivestimenti microporosi: queste sono nanofibre elettrofilate. Gli indumenti a base di nanofili di elettroni sono già disponibili in commercio sotto forma di Polartec® NeoShell® (Polartec): sono prodotti da Finetex, Inc., usando una procedura brevettata. Le reti di nanofibre elettrofilate hanno pori più grandi di quelli delle membrane microporose convenzionali ma più piccoli di quelli dei non tessuti spunbond convenzionali utilizzati per l'abbigliamento protettivo. Le nanofibre elettrofilate sembrano essere un buon compromesso tra la protezione dagli agenti esterni e la traspirabilità del vapore acqueo, permettendo uno scambio d'aria continuo (Morrissey & Rossi, 2013).

I WBF "idrofili" si basano su copolimeri a blocchi generalmente composti da PU o PES e ossido di polietilene (PEO) o polietilenglicole (PEG) (spesso 40% -60% in peso, rispettivamente). Sono essenzialmente non porosi e impermeabili all'aria. Il rivestimento superiore è progettato per essere resistente, termoplastico con nastrature di giunture e bagnabile per massimizzare l'assorbimento del vapore acqueo.

I film e i rivestimenti idrofili si gonfiano in condizioni di alta pressione del vapore acqueo, diventando di conseguenza più traspiranti. Possono quindi essere descritti come **prodotti tessili intelligenti** (ibid.).

Itessuti bicomponenti WBF sono una combinazione dei tessuti microporosi e idrofili precedentemente descritti, solitamente laminati su un tessuto per faccia esterna a trama fitta. GORE-TEX® è l'esempio più noto di un WBF bicomponente. In questo caso, il rivestimento idrofilo riempie parzialmente la struttura microporosa.

I vari tipi di WBF offrono diversi vantaggi e presentano anche dei difetti su cui stanno apportando miglioramenti. Le scarse prestazioni delle membrane microporose in termini di accumulo di condensa e limitata traspirabilità alla pioggia sono state probabilmente affrontate dalla nuova membrana event® basata su PTFE e dalla rete in nanofibra elettrofilata NeoShell®. In molte condizioni, la permeabilità all'aria di questi WBF può presentare un vantaggio in termini di comfort termico, ma in condizioni molto

V Polartec Neoshell



difficili, rivestimenti continui e impermeabili all'aria come quelli utilizzati in SympaTex® e GORE-TEX® possono rivelarsi vantaggiosi perché impediscono la fuoriuscita del calore corporeo. La durata dei WBF bicomponenti può anche essere maggiore grazie alla costruzione "composita" (Morrissey & Rossi, 2013).

Finora si è discusso degli strati separati di un tipico sistema di abbigliamento a tre strati indipendentemente. Naturalmente, quando questi strati vengono indossati insieme, interagiscono. L'esempio più semplice di ciò è che quando i tessuti vengono indossati insieme, l'isolamento totale dell'abbigliamento è superiore alla somma della resistenza termica di ogni strato di materiale: per un insieme di abbigliamento a due strati, oltre il 60% dell'isolamento totale può essere attribuito agli strati d'aria tra gli strati di tessuto e pelle, e meno del 40% può essere attribuito agli strati di abbigliamento stessi. Questo effetto è valido anche per la resistenza all'evaporazione (Morrissey & Rossi, 2013).

4.2.3 Le origini del sistema di stratificazione

Il design dell'abbigliamento sportivo è stato guidato principalmente dalla preparazione militare. Nel 1943, l'esercito degli Stati Uniti introdusse una nuova forma di abbigliamento invernale chiamato "uniforme da combattimento", composta da una giacca e pantaloni realizzati con un materiale leggero, antivento e resistente all'acqua, al di sotto del quale potevano essere indossati ulteriori strati di abbigliamento in base alla gravità del clima in cui chi lo indossava doveva operare. Dal 1945, il concetto di stratificazione fu adottato dagli eserciti di tutto il mondo e l'abbigliamento outdoor era costituito in genere da indumenti in eccesso dell'esercito fino a quando un piccolo numero di praticanti sportivi d'élite ha iniziato ad apportare modifiche agli indumenti protettivi realizzati con materiali artificiali precoci non traspiranti per rispondere alle particolari esigenze del loro uso finale. Per lo sport all'aperto, l'introduzione di materiali di protezione leggeri, impermeabili e sempre più traspiranti, nonché un isolamento leggero e compatto, hanno consentito un accesso più facile e rapido ad ambienti estremi e spesso remoti.

Negli anni '70, alcuni praticanti hanno iniziato a realizzare abbigliamento outdoor con nomi che continuano ad essere importanti oggi, come Rab, Douglas Gill, Musto e Ron Hill nel Regno Unito; Helly Hansen in Scandanavia; e Patagonia (fondata da Yvonne Chouinard) negli Stati Uniti. Helly Hansen, in collaborazione con Norwegian Fiber Pile Inc., ha sviluppato il Fiberpile originale nel 1961, con "ProPile" migliorato ancora oggi in produzione. Negli Stati Uniti, Chouinard è venuto a conoscenza di una lacuna nel mercato dell'abbigliamento tecnico in un momento in cui la comunità alpina si affidava ai tradizionali strati assorbenti di cotone, lana e piumino. Si rese conto che i maglioni di pile di fibre sintetiche indossati dai pescatori del Nord Atlantico isolavano bene senza assorbire l'umidità. Ha testato campioni di tessuto di Malden Mills (ora Polartec) in condizioni alpine, trovando le fibre incredibilmente calde, in particolare se indossato con protezione esterna del guscio. Negli anni '70, Helly Hansen ha sviluppato LIFA, la sua biancheria intima isolante in polipropilene, una fibra sintetica con un peso specifico molto basso che non assorbe l'acqua. Questa fibra è stata introdotta anche per gli strati di base dalla Patagonia nel 1980. All'inizio degli anni '80, la Patagonia ha sviluppato Synchilla® con Malden Mills, un morbido tessuto sintetico a doppia faccia. Questo, con lo sviluppo del concorrente della "Technopile", Pontetorto, in Italia hanno rappresentato l'emergere della tecnologia del garzato in

poliestere oggi prevalente (McCann, 2015).

4.2.4 Ingegnerizzazione dell'abbigliamento

Per gli strati di base, il concetto di "mappatura del corpo" è stato introdotto attraverso l'ingegnerizzazione di indumenti interi e maglia senza cuciture, in cui strutture di punti contrastanti e combinazioni di fibre sono posizionate strategicamente attorno al corpo per rispondere alle diverse esigenze fisiologiche delle diverse zone. In teoria la disposizione consente alle zone ad alto rendimento del corpo di disperdere il calore e il sudore durante le attività intense mentre protegge le zone più fredde. La mappatura del corpo ha comportato anche l'integrazione dell'elettronica indossabile (WE) come sensori a maglia a base tessile per il monitoraggio dei segni vitali in una maglia senza cuciture e per indumenti interi.

Per l'isolamento dello strato intermedio, **Patagonia** ha introdotto la mappatura del corpo dei tessuti in pile che varia senza soluzione di continuità densità, sottotetto e traspirabilità in un singolo indumento come **tecnologia di maglieria BIOMAP™**. La gamma di isolanti in pile REGULATOR® dell'azienda è relativamente leggera, offrendo al contempo un calore paragonabile a un pile molto più voluminoso ed è molto più comprimibile. Un'altra innovazione in pile, introdotta da **Polartec®** e influenzata dalla biomimetica, è stata la progettazione di strutture in pile per imitare la pelliccia degli animali con **"peli di protezione"** più lunghi e spessi per creare e mantenere il sottotetto con un denso "sotto pelo" di microfibre per intrappolare l'aria calda .

Per la protezione dello strato esterno, la tradizionale cucitura cucita su indumenti a guscio duro, con la cucitura interna necessaria del nastro per coprire i fori degli aghi, è spesso l'area più rigida e meno comprimibile di un indumento ed è più evidente su materiali leggeri. Rispetto alla protezione impermeabile potenzialmente rigida, la recente tecnologia del tessuto soft shell ibrido, originariamente sviluppata per l'abbigliamento da sci, fonde le caratteristiche del pile con ulteriore resistenza al vento e idrorepellenza nel fornire traspirabilità e elasticità per comfort e facilità di movimento. Le costruzioni soft shell relativamente stabili, con le loro superfici lisce, possono essere più personalizzate rispetto al pile con un grado di allungamento che permette una maggiore aderenza alle forme del corpo (McCann, 2015).

4.2.5 Nuove tecnologie di giunzione

L'applicazione di pellicole adesive (ad es. Bemis Sewfree®) consente al progettista di sostituire la cucitura con processi di saldatura, incollaggio, sigillatura o laminazione che consentono caratteristiche di protezione non possibili con le cuciture. Queste tecnologie hanno permesso di progettare dettagli come aperture per tasche, linguette sui polsini, punte rinforzate del cappuccio e pannelli laminati protettivi esterni, consentendo agli indumenti di essere più leggeri e resistenti alle abrasioni e idrorepellenti (McCann, 2015).

La tecnologia Sew-free® di Bemis, è utilizzata nell'abbigliamento intimo e primo strato e aderisce a tessuti in poliestere, poliestere/cotone e misti con un contenuto sintetico minimo del 60%, combinando il taglio laser dei componenti degli indumenti, inclusi bordi del colletto, abbellimento e dettagli

funzionali dell'indumento come "fori" di ventilazione strategicamente posizionati (Bemis). Bemis si impegna a certificare le sue pellicole adesive tramite bluesign e Oeko-Tex, cercando di eliminare le sostanze nocive dal processo di produzione e scegliendo fornitori certificati di materie prime e componenti impegnati a seguire gli standard più severi e rispettosi dell'ambiente senza compromettere funzionalità o qualità.

4.2.6 Alcuni esempi di tessuti tecnici

Invista CoolMax è un tessuto ad alte prestazioni, con fibre a forma esagonale, che allontana il sudore dal corpo verso lo strato esterno del tessuto, dove si asciuga più velocemente di qualsiasi altro tessuto. La serie di canali ravvicinati crea un'azione capillare che assorbe l'umidità attraverso il nucleo e verso un'area più ampia sulla superficie del tessuto. Nei test di gestione dell'umidità, i capi realizzati con CoolMax si sono asciugati quasi completamente in 30 minuti. Il cotone, a confronto, è rimasto bagnato di circa il 50% in più. I tessuti CoolMax sono appositamente progettati non solo per fornire un'eccellente gestione dell'umidità ma anche per migliorare il comfort di chi lo indossa. Tutti i vantaggi di questi tessuti sono permanenti e integrati nella fibra, senza richiedere trattamenti chimici.

Le fibre sono combinate con altri materiali come cotone, lana, elastan e Tencel, permettendo una vasta offerta di materiali e tessuti differenti (Zajo, 2015) (Donno, 2018).

Toray Industries Inc. ha sviluppato una serie di tessuti impermeabili / traspiranti. La serie di tessuti **Entrant®** è destinata all'usura attiva, e ci sono molte varianti con finiture avanzate (Toray Innovation by Chemistry, 2006). Questo tessuto si trova in diverse varianti:

- Entrant-DT è un tessuto spalmato microporoso leggero, impermeabile e traspirante.
- Entrant GII-XT è un tessuto spalmato microporoso composto da due componenti in resina poliuretanica che producono un effetto "pompato" e assorbono rapidamente il sudore. È resistente al vento, alla pioggia e alla neve e quindi adatto a molti sport invernali all'aperto.
- Entrant Dermizax EV è un tessuto leggero con una consistenza morbida come una piuma con eccellente permeabilità all'umidità. Ha una membrana idrorepellente con una migliore permeabilità all'umidità, che la rende particolarmente adatta agli sport sulla neve e all'arrampicata.
- Entrant HB è un tessuto di nuova generazione con una struttura ibrida che integra sinergicamente i vantaggi offerti da un rivestimento (permeabilità all'umidità bilanciata) e una laminazione (alta impermeabilità). Ha un'elevata resistenza alla pressione dell'acqua e un'alta durata contro lavaggi ripetuti.

Sempre di Toray, l'azienda giapponese, è **Field Sensor™**, un tessuto che impiega una struttura multistrato che non solo assorbe rapidamente il sudore, ma lo trasporta molto rapidamente allo strato esterno del tessuto utilizzando il principio dell'azione capillare. È composto da filato più ruvido sulla superficie interna (a diretto contatto con la pelle) e filato PES idrofobo più fine in una struttura a rete sulla superficie esterna per accelerare l'evaporazione del sudore (Toray Innovation by Chemistry, 2019).

4.3 Indagine sull'utenza

Dopo aver studiato nei dettagli la disciplina sportiva dello scialpinismo e dopo aver analizzato il tipo di abbigliamento indossato dagli sciatori durante le gite, confrontando materiali ed esigenze dal punto di vista del comfort termico e delle prestazioni richieste, è fondamentale comprendere il punto di vista dell'utente, cioè dello sciatore che ricerca e pretende un certo capo d'abbigliamento, che possa soddisfare le sue richieste. A tale scopo è stato ideato un questionario da sottoporre a un certo campione di utenti che praticano lo scialpinismo sia appassionati alle prime armi che esperti del settore e istruttori. Hanno risposto al questionario 119 persone, di sesso ed età differenti. È stato delineato uno scenario molto eterogeneo da cui sono emerse interessanti considerazioni circa l'abbigliamento che lo sciatore, principiante o esperto, ricerca per le gite ad alta quota.

Lo scopo è quello di farsi guidare dagli utenti stessi, che praticano la disciplina, nella definizione di quali possono essere le problematiche attuali che l'abbigliamento sportivo per lo sci e lo scialpinismo presentano, per poi chiedere quali sono le caratteristiche desiderate.

Ciò che è emerso delinea un punto di partenza per la comprensione di **opportunità per lo sviluppo di alcune linee guida**, da presentare come trampolino di lancio di un nuovo concept. Il quale non ha la pretesa di proporsi sul mercato come un nuovo capo d'abbigliamento da sostituirsi ai tradizionali strati precedentemente analizzati; ma si propone con l'intenzione di andare a migliorare ciò che già esiste, in base alle carenze che l'utente ha voluto evidenziare.

L'obiettivo del questionario è stato quello di analizzare la tipologia di utenti sportivi che praticano lo scialpinismo ricercando le

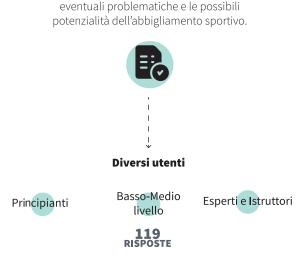
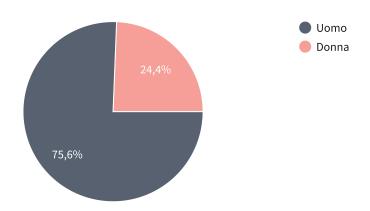


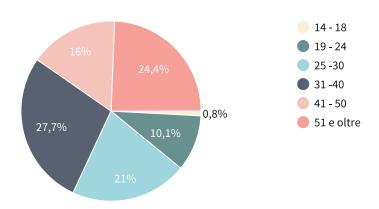
Fig 20: Analisi dei diversi utenti a cui è rivolto il questionario.

1. Uomo o Donna?



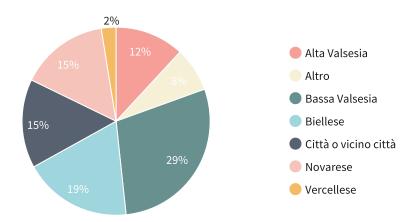
Questa disciplina, come molte altre discipline sportive di montagna, è praticata prevalentemente da uomini; ma è possibile affermare che negli ultimi anni il numero delle donne, anche giovanissime, che scelgono di approcciarsi a questo sport sta aumentando anno dopo anno.

2. Quanti anni hai?



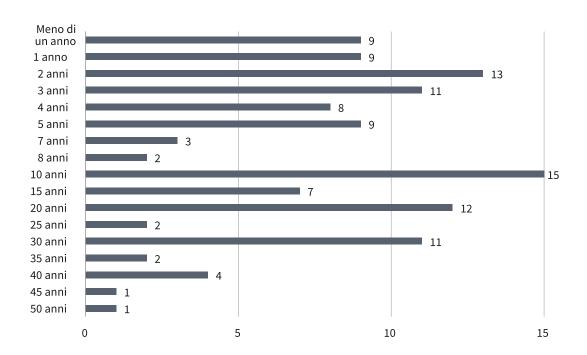
Si nota che la maggior parte dei partecipanti ha un'età avanzata, con un buon 40% di persone dai 41 anni in su. Si afferma che lo sport è molto popolare tra gli sciatori più esperti o comunque che praticano altri sport in montagna già da parecchi anni: come si è detto precedentemente, per praticare lo scialpinismo, è fondamentale saper sciare già discretamente in fuoripista e conoscere molto bene l'ambiente montano e le difficoltà a cui è possibile andare in contro. Grazie ai corsi CAI però, sempre più giovani (tra i 22 e 30 anni) si stanno approcciando a questa disciplina; probabilmente attirati dallo spirito di avventura ed esplorazione al quale lo sport richiama.

3. Dove abiti?



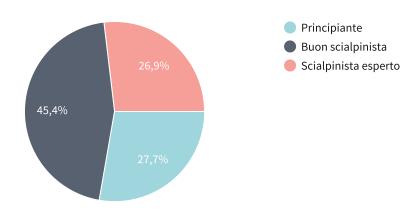
La maggior parte dei partecipanti proviene dalla Bassa Valsesia (da Varallo Sesia in giù) e dal Biellese. Il questionario è stato sottoposto principalmente agli abitanti della Valsesia, in provincia di Vercelli o comunque a persone che praticano questo sport sulle montagne della Valsesia.

4. Da quanto tempo pratichi scialpinismo?



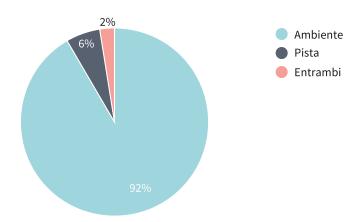
Possiamo dire che a questa domanda le risposte sono molto varie ed eterogenee. Non mancano partecipanti che si stanno approcciando a questa disciplina da pochi anni, magari attraverso i corsi del CAI o grazie alla guida di scialpinisti esperti più anziani.

5. Che livello ti daresti nella pratica dello scialpinismo?



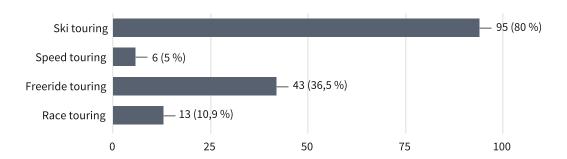
A questa domanda un buon 45% ha risposto scialpinista esperto; confermando l'ipotesi già formulata che la maggior parte dei partecipanti pratica questa disciplina già da qualche anno.

6. Pratichi principalmente in pista o in ambiente?



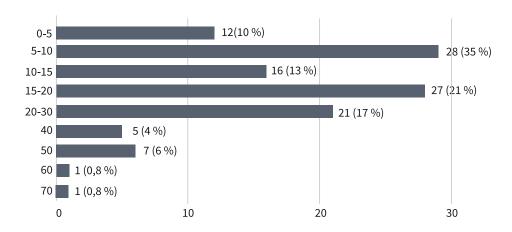
Essendo lo scialpinismo uno sport nato con lo scopo di esplorare e conquistare vette inaccessibili durante la stagione invernale, la pratica in ambiente è sicuramente la più scelta, poiché permette di fare molta più esperienza, mettere in atto nozioni sulla sicurezza e sciare discese fuoripista uniche.

7. Quale tipo di scialpinismo pratichi?



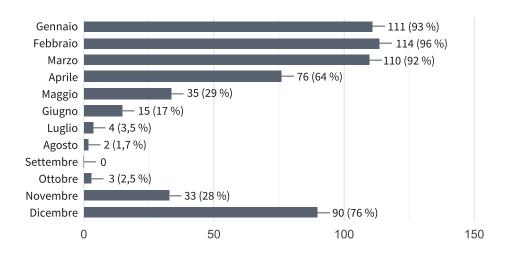
La maggior parte dei partecipanti ha confermato di praticare principalmente ski touring e freeride touring. Lo ski tournig è il classico scialpinismo che si svolge fuoripista lungo pendii non battuti con gite della durata di uno o più giorni. Il freeride touring invece, prevede l'organizzazione della gita al fine di poter sciare una discesa fuoripista senza regole o obiettivi prestabiliti. Sono indispensabili buone capacità sciistiche e una consolidata esperienza di ski touring.

8. Quante uscite fai a stagione?



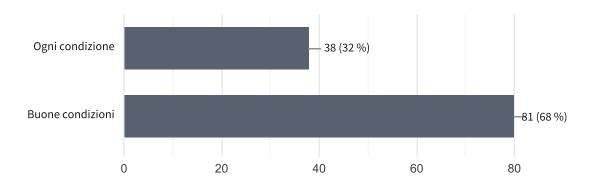
E' possibile dire che il campione di partecipanti ha la fortuna di abitare per la maggior parte vicino a zone montuose, perciò, l'opportunità di fare molte uscite a stagione è alta. Avere la possibilità di fare anche solo 10 uscite a stagione è sicuramente una grande occasione per poter crescere dal punto di vista dello stile e delle capacità sciistiche in poco tempo.

9. In quali mesi pratichi scialpinismo?



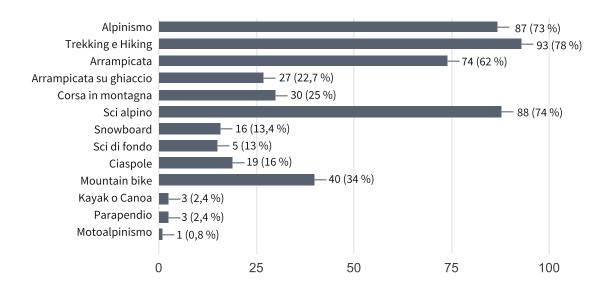
Tradizionalmente la stagione sciistica inizia a fine novembre fino a maggio, con febbraio e marzo come mesi di punta. Ma negli ultimi anni, grazie a nuovi materiali per l'attrezzatura e un abbigliamento tecnico ad alte prestazioni, lo scialpinista non si fa mancare l'occasione di provare uscite fuori stagione, sui ghiacciai anche durante il periodo estivo. Naturalmente il livello di difficoltà aumenta, con l'incontro di tratti alpinistici lungo il percorso, ma la possibilità di sperimentare nuovi terreni e nuovi ambienti è molto attraente ed istruttiva.

10. In quali condizioni meteorologiche pratichi scialpinismo?



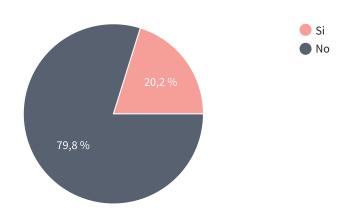
Per le uscite in ambiente si prediligono condizioni metereologiche buone o comunque che permettano di godersi la gita senza incorrere in pericoli e difficoltà evitabili. Ma ciò non toglie che per i più esperti il meteo non è una condizione sufficiente a rimandare la gita. Lo scialpinismo è praticabile anche in condizioni non piacevoli, che aumentano il grado dell'uscita, ma la raccomandazione più importante è sempre quella di controllare il bollettino valanghe e di avere giudizio sulla possibilità o meno di incorrere in pericoli mortali.

11. Quali altri sport pratichi in montagna?



Come detto sopra, chi sceglie di iniziare a praticare scialpinismo, già pratica altri sport in montagna, come lo sci, il trekking, l'alpinismo, ecc. conoscere la montagna e viverla con giudizio, è fondamentale per qualsiasi di questi sport. Le discipline in montagna richiedono una pratica assidua e anni di esperienza per poter percorrere scalate di un certo livello. Uno sportivo eclettico, ha più possibilità di aumentare il livello di difficoltà delle proprie uscite e, inoltre, può tenersi in allenamento durante tutto l'anno.

12. Se ne pratichi altri, utilizzi lo stesso abbigliamento per più sport? (giacca, guanti...)



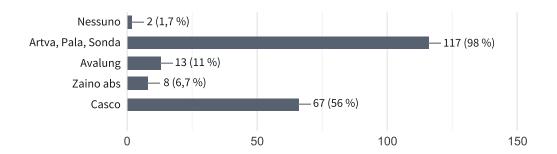
Dal numero molto alto di risposte negative, si possono dedurre alcune considerazioni interessanti. Il partecipante potrebbe essere uno sciatore esperto, che esige un abbigliamento specifico (giacca, pantaloni e guanti soprattutto) per ogni sport che pratica. In effetti in commercio esiste un abbigliamento specifico per lo scialpinismo, con caratteristiche molto diverse (dal punto di vista del comfort termico, della leggerezza e della resistenza agli strappi e alle intemperie) da quello per altri sport sulla neve (come lo sci alpino tradizionale o l'alpinismo). Altra situazione potrebbe delineare il partecipante come un scialpinista che pratica altri sport in montagna ma non sulla neve, come l'arrampicata sportiva o il trekking, che necessitano un abbigliamento molto diverso da quello dello scialpinismo. C'è da dice che, invece, tra i giovani e i principianti della disciplina, non è raro utilizzare all'inizio lo stesso abbigliamento che si utilizzava per lo sci o per l'alpinismo, magari aggiungendo o togliendo alcuni strati intermedi, per risparmiare o valutare quale possa essere, prima di acquistarlo, l'abbigliamento più adatto alle loro necessità.

13. Se no, utilizzi un abbigliamento specifico? Puoi farmi una breve descrizione?

A questa domanda, alcuni hanno risposto in modo consono, esprimendo le proprie ragioni:

- Utilizzo un abbigliamento più leggero e traspirante per lo scialpinismo, più pesante e antivento per lo scialpino.
- Utilizzo un abbigliamento a strati per lo scialpinismo.
- Utilizzo un guscio in Goretex per lo scialpinismo.
- Utilizzo abbigliamento differente per arrampicata, mountain bike e trekking.
- Per lo sci di fondo utilizzo una tuta da fondo.
- Per ogni attività utilizzo un abbigliamento diverso.
- Utilizzo abbigliamento da gara e diverso per ogni disciplina. Oltre a questo la corsa in montagna la pratico principalmente nelle stagioni estive quindi con abbigliamento diverso.

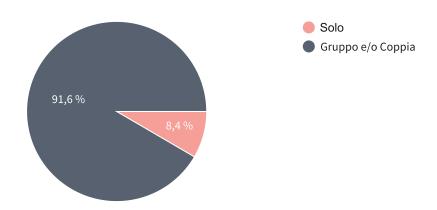
14. Utilizzi dispositivi di sicurezza per lo scialpinismo?



Scialpinismo e abbigliamento sportivo | Indagine sull'utenza

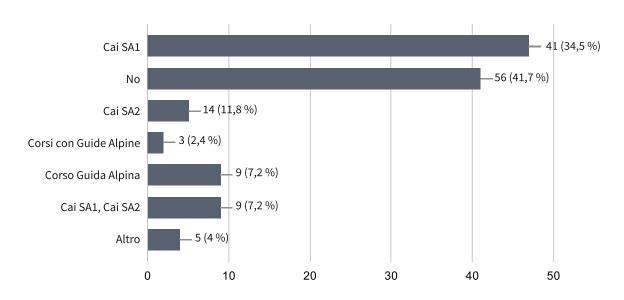
Ovviamente, il dispositivo di sicurezza più utilizzato è l'Artva, Apparecchio di Ricerca dei Travolti in Valanga, accompagnato dalla pala e la sonda. È il dispositivo che viene utilizzato durante i corsi di formazione del CAI e perciò il più affidabile e utile al momento. Anche l'avalung e lo zaino abs sono dispositivi di sicurezza molto utili e funzionali, ma forse costosi e ingombranti, per questo meno utilizzati, a differenza dell'ARTVA che è quasi d'obbligo. Il casco, come abbiamo discusso precedentemente, è un dispositivo che alcuni non hanno l'abitudine di usare, a causa del basso tasso di incidenti con danni gravi al capo sugli sci, ma è caldamente consigliato, anche durante la salita.

15. Per lo più fai uscite da solo o in gruppo?



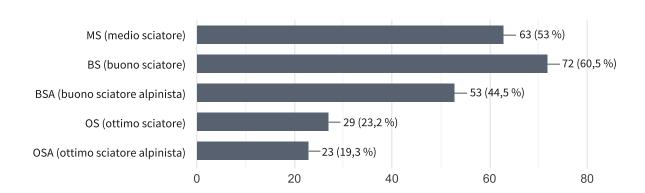
Come si è potuto leggere nella storia dello scialpinismo, la disciplina è nata come sport individuale o di coppia, ma poi, soprattutto in Italia, ha preso piede grazie alla sua capacità di saper coinvolgere e aggregare gruppi più o meno ampi durante le uscite. È consigliato fare sempre gite in compagnia, soprattutto in posti poco frequentati e non conosciuti, dal momento che in caso di pericolo o incidente, è fondamentale l'intervento dell'altra persona o la collaborazione tra i due per mettere in atto le manovre di salvataggio.

16. Hai frequentato corsi di formazione?



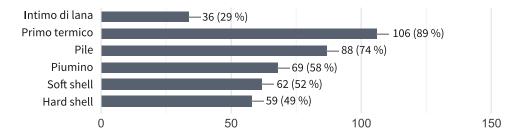
Lo scialpinismo non è uno sport difficile da imparare per chi già scia da anni e maneggia discretamente il fuoripista; ma a parte le capacità personali, è molto importante frequentare un corso di formazione presso il CAI, con altre associazioni o con un istruttore, per apprendere e praticare tutte le conoscenze e il corretto comportamento che riguardano la sicurezza, le condizioni meteorologiche, la valutazione del terreno, e la scelta adeguata dell'uscita in base alle proprie capacità. Anche se si pensa di essere dei buoni sciatori, non bisogna partire da sprovveduti quando si effettuano uscite in ambiente e bisogna conoscere molto bene la disciplina, il percorso che si sceglie di seguire e le manovre di salvataggio da mettere in atto in caso di necessità. Il 41% dei partecipanti dichiara di non aver svolto un corso di formazione.

17. Di quale livello di difficoltà sono le uscite che fai in stagione?



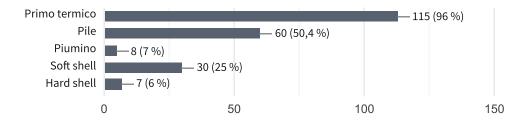
Le percentuali di risposta sono molto interessanti: il 44,5 % dichiara di svolgere uscite di livello BSA (buon sciatore alpinista), ciò significa che durante il percorso scelto vi è la possibilità in incontrare tratti da superare con manovre alpinistiche. Sono numeri che suggeriscono un buon livello di preparazione e di esperienza del campione analizzato.

18. Quali strati utilizzi durante le uscite?



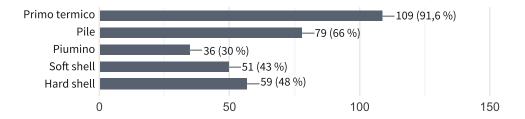
Si passa alla parte dedicata all'abbigliamento: le domande sono volte a comprendere a livello generale il numero e la tipologia di strati utilizzati durante le gite (escludiamo chi pratica gare, per le quali è contemplato un abbigliamento completamente diverso). La domanda può risultare banale, ma non è scontata per chi vuole comprendere le abitudini dello sportivo e ricerca le problematiche legate all'abbigliamento. Spesso l'utente, apporta per primo la modifica al proprio abbigliamento, notando la problematica, ancora prima dell'intervento del designer. È ciò che si può definire approccio DO IT YOURSELF al design. L'ultimo strato protettivo, hard shell o soft shell, non è utilizzato da tutti, con solo corrispettivamente il 49% e il 52% dei partecipanti. La ragione potrebbe essere che molti preferiscono utilizzare un piumino polivalente (che protegga un minimo dal vento e dalla neve) piuttosto che caricarsi di più strati. Ovvio, ciò è possibile solo quando le uscite vengono svolte in ottime condizioni, con il sole, poco vento e durante la giornata.

19. Cosa indossi durante la salita in buone condizioni?



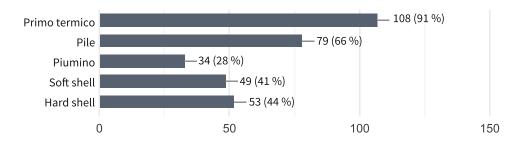
La maggior parte dei partecipanti (96%) risponde di indossare l'intimo termico, spesso abbinato al pile (50%).

20. Cosa indossi durante la salita in cattive condizioni?



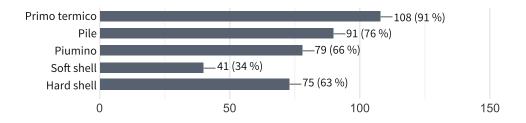
Aumenta la percentuale dei partecipanti che indossano piumino, soft shell e hard shell.

21. Cosa indossi durante la discesa in buone condizioni?

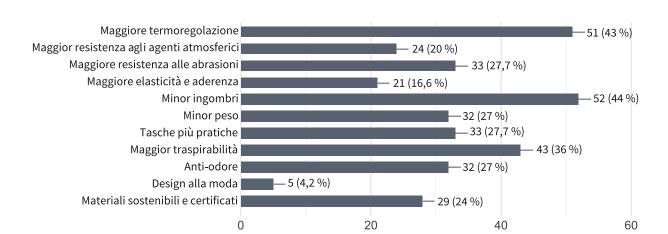


Durante la discesa non si disdegna, da parte del 28% dei partecipanti, l'indosso del piumino, che emerge anche qui, come uno strato intermedio polivalente: si toglie e si mette in base al proprio comfort termico e a volte va a sostituire, insieme ad un soft shell, lo strato esterno.

22. Cosa indossi durante la discesa in cattive condizioni?



A questa domanda, aumenta il numero di partecipanti che dichiarano di indossare anche l'hard shell (63%).



23. Cosa miglioreresti idealmente del tuo abbigliamento?

Questa domanda invita il partecipante a riflettere sulle proprie esperienze vissute ed esprimere un parere circa alle problematiche che ha riscontrato nel suo abbigliamento. La domanda successiva da la possibilità di esprimersi più liberamente circa le problematiche.

Le scelte più selezionate sono state: una maggiore termoregolarità, minor ingombri e una maggiore traspirabilità, sottolineando così l'interesse da parte dei partecipanti per un abbigliamento tecnico più funzionale.

24. Hai vissuto qualche esperienza negativa in cui l'abbigliamento che indossavi non ha reagito come avresti voluto?

Qui il partecipante ha avuto l'occasione di scrivere un proprio commento per spiegare meglio le sue esperienze. Se ne riportano alcune:

- Tagli e strappi a giacca e pantaloni.
- Cattivo odore anche con abbigliamento di qualità.
- Guanti da scialpinismo non resistenti alla neve.
- Giacca soft shell in goretex active non resistente alla neve.
- Cerniere e tenuta all'acqua non soddisfacente.
- Abbigliamento non abbastanza caldo.
- Soft shell non traspirante.
- Mancanza di anti-abrasivo o tessuto resistente (tipo kevlar o cordura in zone soggette a contatto con neve/roccia).
- Guanti non abbastanza caldi e resistenti alle cattive condizioni meteorologiche.

Per concludere, il questionario è stato molto utile per conoscere il parere e il punto di vista di molti sportivi di livello e capacità differenti. Emerge che la ricerca e lo sviluppo di un abbigliamento tecnico ottimale è ancora lunga, con molti accorgimenti ancora da rivedere. La sfida è complessa, soprattutto quando si vuole anche considerare l'aspetto sostenibile, il quale sta diventando sempre più un punto d'interesse sia per le aziende che per gli utenti. Mentre la ricerca sui materiali innovativi avanza, è possibile comprendere quali migliorie possono essere apportate al capo d'abbigliamento esistente, sperimentando e osando strade alternative.

V Alberto Ballarini, Monte Maurel, Val Varaita



4.4 Modello Personas

In seguito al questionario sottoposto ai partecipanti, si riporta un'analisi riferita alle diverse utenze individuate per lo scialpinismo. Il metodo di indagine su basa sul modello personas, utilizzato nello user experience design per individuare le esigenze e le aspettative che l'utenza esprime in base alla propria età, alle proprie competenze sportive ed esperienza nella disciplina. Tale modello è inoltre molto utile per individuare eventuali difficoltà e timori derivanti dalla propria situazione e dall'approccio alla disciplina.

4.4.1 Metodo di indagine

Il grafico a radar è spesso utilizzato per l'indagine dei personas, poiché permette di mettere a confronto alcune variabili selezionate, individuando gli elementi di rilevanza in base a quanto ogni singola variabile si discosta dal centro del grafico. Convenzionalmente al centro del grafico si attribuisce il valore minimo, mentre i raggi aumentano di valore avvicinandosi all'estremità del grafico. Ogni punta rappresenta una variabile. Quelle che verranno analizzate sono: esperienza nella disciplina, competenza, conoscenza dei materiali e dell'attrezzatura, pratica costante di altri sport, apertura a nuove tecnologie. Le variabili nascono come volontà di sintetizzare le differenze dei tre utenti, che vogliono in qualche modo, incarnare alcuni dei partecipanti al questionario.

In questo caso i personas esprimono pensieri inerenti sia alla disciplina in se che all'abbigliamento che indossano durante la pratica. È molto utile comprendere l'utente, che successivamente diventerà un cliente, nella sua interezza per coinvolgerlo nella **formulazione del concept**, tramite suggerimenti o indicazioni più o meno precise. La fase di confronto con l'utenza è spesso utilizzata nello user experience design e in generale per la definizione di un nuovo progetto.

Variabili analizzate

Esperienza nella disciplina

Rappresenta il numero di anni di attività svolta nello scialpinismo. È un fattore necessario ma non sufficiente a determinare il livello di competenza. Lo sportivo infatti può svolgere la disciplina da molti anni, ma ha sempre percorso itinerari molto facili, di difficoltà media, perciò non è mai aumentato il suo livello di competenza. Come detto precedentemente, chi è già esperto di sci alpino, può imparare molto in fretta lo scialpinismo, ma gli anni di esperienza dicono molto sulle capacità di una persona e sulla conoscenza degli itinerari che ha svolto.

Competenza

In questo caso la competenza nella disciplina ha come fattore necessario gli anni di esperienza. La competenza si misura in base alla difficoltà degli itinerari svolti e anche in base alle conoscenze teoriche della disciplina. Insomma, uno scialpinista a 360° non nasce dall'oggi al domani e il suo impegno gli permette di accrescere anche la sua competenza.

Conoscenza dei materiali e dell'attrezzatura

Chi decide di imparare lo scialpinismo, spesso si informa molto anche sui materiali e sull'attrezzatura. Ormai ci sono moltissime risorse che permettono di rimanere sempre aggiornato sulle nuove collezioni: internet, riviste, negozi specializzati. Questa variabile misura il livello di conoscenza e di interesse nelle attrezzature per lo scialpinismo da parte degli utenti.

Pratica costante di altri sport

Questa variabile misura sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo gli altri sport che vengono svolti dagli utenti. Chi decide di iniziare a praticare scialpinismo, quasi sicuramente svolge altri sport abbastanza frequentemente in montagna, come lo sci alpino, il semplice trekking o l'alpinismo. Svolgere più sport in montagna permette di accrescere sia le proprie competenze, il proprio allenamento e permette di avere l'occasione di conoscere da più punti di vista l'ambiente montano.

Apertura a nuove tecnologie

Anche questa variabile è relativa allo status del singolo utente, ma si può affermare che ormai, anche le persone più anziane che praticano sport, si stanno appassionando sempre di più alla tecnologia indossabile, con un grandissimo successo degli orologi per lo sport. Ma tecnologia non significa solo questo: le nuove tecnologie coinvolgono anche i materiali per l'abbigliamento intelligenti, o l'utilizzo di nuovi materiali per le attrezzature, che possono essere accettate o meno dall'utente.



Curt Nichols, Vail, CO, USA



"La montagna è casa mia. C'è chi per rilassarsi rimane a casa a poltrire, io invece vado in montagna".

Tommaso

Impiegato a tempo pieno

ETA': 42 anni

STATUS: impegnato

RESIDENZA: Borgosesia (VC)

ANNI DI ESPERIENZA NELLO

SCIALPINISMO: 15

BIO

Tommaso è nato e cresciuto a Borgosesia. Dopo gli studi in ragioneria, lavora come impiegato presso un'azienda metalmeccanica in zona. Il lavoro gli porta via molto tempo, ma nonostante ciò ama fare sport all'aperto, insieme alla compagna, Annalisa, con la quale convive da 10 anni. Tommaso ha frequentato molti corsi tra Alpinismo e Scialpinismo al CAI e il suo sogno nel cassetto è quello di potersi dedicare a un lavoro che possa includere la sua grande passione per la montagna. Nonostante l'età si sente ancora un ragazzino e non ne vuole sentir parlare di figli.

Insieme alla compagna ha un cane: un pastore tedesco che porta con se nelle lunghe passeggiate in alta quota.

ABILITA' CHIAVE

Buona preparazione fisica Buona conoscenza dell'ambiente alpino Discreta tecnica di salita e di discesa

LIVELLO DI DIFFICOLTÀ' DEGLI ITINERARI

BSA (Buon sciatore alpinista)

TIPOLOGIA DI SCIALPINISMO

Ski Touring Freeride Touring

ALTRI SPORT PRATICATI IN MONTAGNA

Trekking e Hiking Sci Alpino Alpinismo

NECESSITA' E DESIDERI

Ritengo che per qualsiasi sport in montagna non bisogni lesinare sull'attrezzatura e sull'abbigliamento adeguato, soprattutto quando si parla di sicurezza. Ricerco sempre materiali di qualità e con alte prestazioni.

Mi piace tenermi aggiornato sulle nuove uscite e tecnologie e preferisco scegliere con cura ciò di cui ho bisogno: ogni sport ha la sua attrezzatura e il suo corretto abbigliamento e calzature.

TIMORI E DIFFICOLTÀ'

Il lavoro che svolgo è molto pesante e mi occupa molto tempo. Per me la montagna è una valvola di sfogo, ma non sempre si trova il tempo per stare dietro a tutto le mie passioni. L'allenamento in settimana non è sufficiente per mantenere buone prestazioni per gli itinerari che vorrei fare. Programmare gli itinerari nel poco tempo a disposizione non è semplice, soprattutto per quanto riguarda le previsioni meteorologiche: ma ciò non mi ferma dal godermi una buona giornata in montagna, anche con il cattivo tempo o in condizioni incerte.

RIEPILOGO





"La voglia di avventura e di scoperta mi ha portato a lottare contro la mia timidezza e ora mi godo nuovi itinerari in compagnia."

Alessia

Studentessa

ETA': 23 anni STATUS: single

RESIDENZA: Varallo Sesia (VC)

ANNI DI ESPERIENZA NELLO

SCIALPINISMO: 1

BIO

Alessia è una studentessa di economia con la grande passione per la montagna. In famiglia sono tutti sportivi e lei fin da piccola ha avuto la fortuna di poter conoscere la montagna in tutte le sue sfaccettature. Ha frequentato lo sci club dai 6 ai 18 anni e, tra amici e studio, non ha mai perso l'entusiasmo per questo sport. Sotto suggerimento del padre, ha deciso di frequentare il corso di primo livello del CAI di Scialpinismo e in questo modo ha scoperto una nuova grande passione. Impeccabile in pista, Alessia si rivela essere molto portata anche per il fuoripista e i molti anni di esperienza sugli sci, le permettono di apprendere molto velocemente la nuova disciplina. Non mancano le nuove conoscenze durante il corso, che le fanno riscoprire una nuova squadra con cui condividere altre attività ad alta quota, come il trekking e la corsa in montagna.

ABILITA' CHIAVE

Ottima tecnica di discesa pista/fuoripista Grande resistenza fisica Buona adattabilità alle diverse situazioni in ambiente

LIVELLO DI DIFFICOLTÀ' DEGLI ITINERARI

MS (medio sciatore)

TIPOLOGIA DI SCIALPINISMO

Ski Touring Freeride Touring

ALTRI SPORT PRATICATI IN MONTAGNA

Trekking e Hiking Corsa in montagna

NECESSITA' E DESIDERI

Alessia ha la fortuna di avere una famiglia che l'ha sempre appoggiata nelle sue passioni sulla neve, ma negli ultimi anni, ritiene non sia più corretto continuare a farsi mantenere dai suoi genitori per ogni cosa. Così cerca di risparmiare per cercare di acquistare il necessario per il nuovo sport, anche se l'attrezzatura e l'abbigliamento che trova non sono sempre ottimali e nuovissimi. Soffre abbastanza il freddo, quindi ricerca sempre calzature e abbigliamento caldo che la possano riparare dal freddo pungente dell'alta quota e dalla neve.

TIMORI E DIFFICOLTÀ'

Alessia ora che studia all'università, sta mettendo un po' da parte lo sport, che non può più svolgere quotidianamente, temendo così di perdere l'allenamento necessario per affrontare gli itinerari insieme ai suoi amici. Essendo ancora alle prime armi, non riversa molta fiducia in se stessa e tende ad affidarsi agli altri per la scelta degli itinerari, per la valutazione delle difficoltà, chiedendo sempre di evitare tratti alpinistici, che non si sente in grado di affrontare.

RIEPILOGO





" In tanti anni di passione per la montagna ho capito che è indispensabile avere due cose: tantissima esperienza e.. Altrettanta fortuna."

Giovanni

Imprenditore

ETA': 56 anni STATUS: sposato

RESIDENZA: Biella (VC)

ANNI DI ESPERIENZA NELLO SCIALPINISMO: più di 30

BIO

Giovanni abita a Biella con la moglie Daniela, e gestisce parte della filatura di famiglia insieme al fratello e al figlio di trent'anni. Giovanni non si può lamentare del proprio lavoro attuale, dopo anni di impegni e fatiche, finalmente può godersi i frutti, delegando la maggior parte della gestione al fratello più giovane. E' sempre stato molto appassionato di sport, soprattutto in montagna. E' istruttore di alpinismo e scialpinismo presso il CAI di Biella, con il quale collabora da molti anni. Nonostante l'età Giovanni macina terreno in altitudine tutti i fine settimana, sorprendendo i più giovani, inesperti e a volte svogliati, a parer suo. Ama praticare tutto, dall'alpinismo, al trekking, alla canoa, all'arrampicata. E' un esempio di costanza e dedizione in questi sport per tanti giovani.

ABILITA' CHIAVE

Ottime capacità di valutazione locale e di scelta dell'itinerario Ottima tecnica di salita e di discesa Grande bagaglio di esperienza nella pratica dello scialpinismo

LIVELLO DI DIFFICOLTÀ' DEGLI ITINERARI

OSA (Ottimo sciatore alpinista)

TIPOLOGIA DI SCIALPINISMO

Ski Touring Freeride Touring

ALTRI SPORT PRATICATI IN MONTAGNA

Trekking e Hiking Alpinismo Sci alpino Canoa Mountain Bike Arrampicata

NECESSITA' E DESIDERI

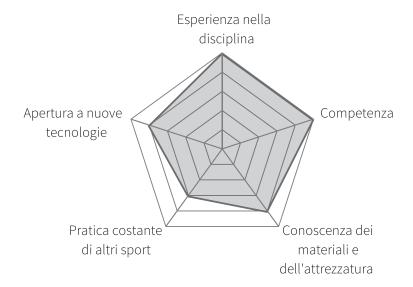
Giovanni è una di quelle persone che si ritiene soddisfatto delle proprie scelte nella vita. Ha sempre amato lavorare, senza mettere da parte le sue passioni. Dopo aver raggiunto molti traguardi personali, ora vorrebbe dedicare molto più tempo ai giovani e all'insegnamento. Ritiene che sia necessario conoscere e apprendere molte nozioni teoriche, prima della pratica, per svolgere itinerari in sicurezza. Giovanni non si fa mancare nulla: ogni sport nuovo è l'occasione per provare nuove attrezzature.

TIMORI E DIFFICOLTÀ'

Giovanni dice che l'attrezzatura che si può utilizzare oggigiorno per gli sport è molto buona, mentre pensa che l'abbigliamento attuale sia un disastro: il rischio di lacerazione è altissimo e il comfort termico è inesistente. E' sempre alla ricerca di capi d'abbigliamento delle migliori marche per testarli e capire quali possano essere le problematiche.

Uno dei suoi timori, come imprenditore ed esperto di filatura e di tessuti in generale, è la scomparsa del made di Italy: è un argomento che gli sta molto a cuore e per questo cerca sempre di ricercare il capo italiano, indipendentemente dal costo.

RIEPILOGO



4.4.2 Personas a confronto e nuove opportunità

Dall'analisi della disciplina scialpinistica svolta da parte dell'utenza di riferimento analizzata emerge una serie di aspetti significativi, soprattutto per quanto riguarda l'apertura alle nuove tecnologie e la conoscenza di materiali e attrezzature. Si può notare che, nonostante le differenze di competenze ed esperienza dei partecipanti, l'interesse per la tecnologia nello sport e l'attenta valutazione delle attrezzature, tra cui l'abbigliamento tecnico, è un fattore comune e omogeneamente risentito. Per alcuni utenti, incarnati nella figura di Alessia, non è importante avere l'attrezzatura top di gamma, quanto fare un compromesso tra attrezzatura di buona qualità e costo. Questo atteggiamento è molto comune tra i più giovani ed è anche molto comprensibile. Per altri utenti, soprattutto tra i 30 e 50 anni, la sperimentazione di nuove attrezzature è fondamentale per tenersi sempre aggiornati sulle nuove proposte sul mercato. Inoltre l'alto livello di competenza li permette di potersi mettere di utilizzare anche attrezzature da ski race, che hanno un livello decisamente superiore rispetto alla classica attrezzatura da sportivo amatoriale.

Le variabili più rilevanti analizzate, permettono di sviluppare delle opportunità, approfittando dell'apertura da parte dell'utenza e dell'apprezzamento di materiali innovativi e di nuove tendenze. Inoltre, la tendenza dell'utenza di svolgere altri sport ad alta quota, potrebbe essere un fattore da sfruttare per pensare a un concept che cerchi di inglobare anche altri sport similari allo scialpinismo, per permettere di utilizzare più volte il capo o l'attrezzatura acquistata; attirando anche quella parte dei partecipanti che non hanno la possibilità di acquistare attrezzature e abbigliamento di ottima qualità.

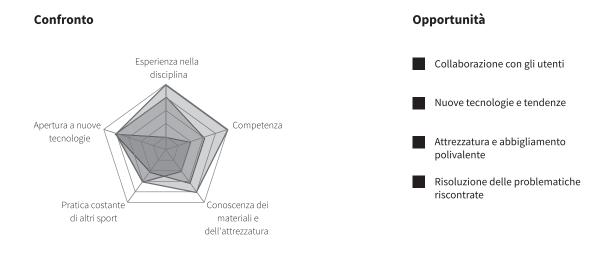


Fig 21: Confronto e Opportunità emerse dall'analisi dei Personas.





5. Sviluppi progettuali

5.1 Termoregolazione corporea: partire dalle esigenze

Negli sport attivi, l'abbigliamento è uno degli elementi chiave che influenzano le prestazioni dell'atleta. Il comfort fisiologico dell'atleta è fondamentale nella riuscita della prestazione. Ma anche più semplicemente un comfort fisiologico permette di godersi appieno e senza disagi l'attività sportiva. In questo caso si considerano nello specifico le discipline sportive all'aperto ad alta quota. Ma il principio è identico per tutte le attività ad alta intensità che producono attività metabolica.

Il sistema termoregolatore del corpo umano è finalizzato a mantenere una temperatura corporea interna costante di circa 37 °C. Questa temperatura costante è il risultato di un equilibrio tra produzione di calore metabolico e dissipazione del calore nell'ambiente. Per un uomo a riposo, la produzione di calore tipica è di circa 100 W ed è spesso espressa in termini di produzione di calore per unità di superficie della pelle (cioè circa 58 W / m 2 = 1 incontrato). A riposo, la principale sfida alla regolazione della temperatura corporea deriva dalle variazioni delle condizioni ambientali. A basse temperature ambientali, il tasso di perdita di calore supera la produzione di calore metabolico e la temperatura interna del corpo tende a diminuire; in queste condizioni, il flusso sanguigno cutaneo è ridotto per conservare il calore. A temperature ambientali elevate, è possibile ottenere calore dall'ambiente, aumentando la temperatura interna e innescando meccanismi di difesa (sudorazione) (Tanda, 2016).

A seconda dell'intensità dell'esercizio, il corpo umano produce energia e calore. Per compensare l'aumento di calore, il corpo rilascia calore all'ambiente, operando una termoregolazione. La temperatura interna può essere facilmente aumentata nell'intervallo 36–39 °C con attività motorie e reazioni chimiche, fino a quando diventa critica per il corpo umano. Per un comfort termo-fisiologico è quindi fondamentale mantenere una temperatura interna nell'intervallo 36-39 °C e garantire il flusso di calore dal corpo all'esterno (Abreu, Catarino, & Tama, 2018).

Se i meccanismi di dissipazione del calore (convezione, radiazione ed evaporazione dalla pelle, convezione ed evaporazione attraverso la respirazione) non sono in grado di far fronte alla produzione di calore metabolico, il calore inizia ad accumularsi nel corpo, portando ad un aumento della temperatura corporea. La durata e l'intensità dell'esercizio, che influiscono sulla produzione di calore metabolico, contribuiscono in modo significativo all'accumulo di calore nel corpo durante l'esercizio. All'aumentare della temperatura interna, la dissipazione del calore aumenta in modo sufficiente per bilanciare la produzione di calore e uno stato stabile nel nucleo può essere raggiunto se l'ambiente consente un'adeguata perdita di calore (Tanda, 2016).

Tenendo in considerazione i fattori legati alla naturale termoregolazione del corpo, è fondamentale partire dal conoscere il meccanismo di trasmissione del calore e della sudorazione per la progettazione del corretto capo d'abbigliamento.

I moderni dispositivi di **imaging termico** come la **termografia a infrarossi** sono particolarmente adatti per mappare con precisione la **distribuzione della temperatura cutanea** e la sua evoluzione durante l'esercizio. Queste misurazione e i test sulla termoregolazione vengono solitamente svolti durante la corsa utilizzando la termografia a infrarossi. In letteratura si trovano molti test svolti sia all'aperto che al chiuso su tapis roulant per testare la variazione di temperatura e la sudorazione durante la fase di esercizio e a riposo in varie zone del corpo.

Tanda (2016) riporta un test condotto durante la corsa utilizzando la termografia infrarossi. Sono state registrate le distribuzioni della temperatura della pelle e i cambiamenti in due atleti che correvano all'aperto e sul tapis roulant. Durante la corsa, le distribuzioni della temperatura cutanea differivano notevolmente da quelle osservate prima dell'esercizio. Tramite le misurazioni, è stato osservato un calo della temperatura della pelle per tutto il gruppo campione (dieci uomini sani) durante l'esercizio muscolare e lo hanno attribuito a una risposta vascocostrittoria cutanea all'esercizio piuttosto che a fattori termici, come l'evaporazione dovuta al sudore della pelle.

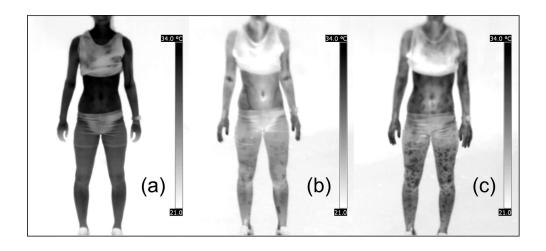


Fig 22: Immagini termiche a infrarossi del corpo anteriore per un atleta: (a) prima dell'esercizio di corsa all'aperto, (b) immediatamente dopo la fine dell'esercizio e (c) durante il recupero dall'esercizio. Fonte: Tanda, 2016

I processi termoregolatori durante la corsa all'aperto e la corsa interna del tapis roulant sono generalmente diversi, anche nel caso di percorso pianeggiante e senza irraggiamento solare; infatti, durante la corsa all'aperto, la resistenza dell'aria (non presente nel tapis roulant interno in esecuzione) produce un costo energetico aggiuntivo, ma allo stesso tempo il coefficiente di trasferimento del calore convettivo è maggiore (a causa del movimento relativo tra l'aria e la massa del corpo) rispetto a quello durante l'esercizio del tapis roulant.

Abreu (2018) riporta alcune ricerche condotte sulla temperatura della pelle. Nella prima ricerca la sensibilità termica delle parti del corpo regionali è stata analizzata stimolando il corpo con **una sonda termica a 20 °C applicata sulla pelle**. I test sono stati eseguiti in ambiente freddo (temperatura di

laboratorio: $21,5\pm0,8\,^{\circ}$ C, umidità relativa: $44,2\pm4,8\%$) e la stimolazione è stata applicata durante il riposo e durante l'esercizio leggero (30% VO2 max). Hanno partecipato al test 14 atleti di sesso maschile e successivamente, è stato chiesto di segnare una scala di sensazione di freddo a 11 punti in base alle sensazioni termiche. La sensazione termica era più bassa e più omogenea durante l'esercizio.

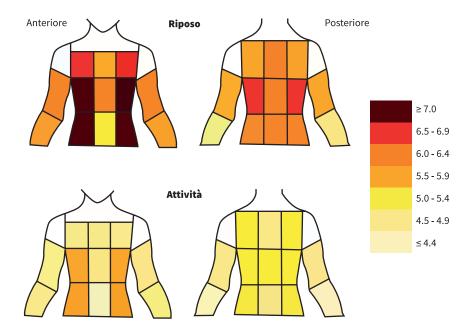


Fig 23: Misurazione della sensazione termica soggettiva media di 14 atleti, durante l'attività e subito dopo l'attività. La scala va da 1 a 11 con 1 la temperatura più bassa percepita. Fonte: Abreu, 2018

In un'altra ricerca è stata valutata **la risposta termoregolatoria** maschile e femminile durante 40 minuti di corsa in ambiente freddo (Temp :: 10 °C, RH: 50%, Air Vel :: 2.8 ms – 1) con una velocità massima di lavoro del VO2 del 70%. La temperatura della pelle è stata registrata da una **telecamera a infrarossi** e sono state sviluppate **mappe corporee** basate sui dati statistici raccolti.

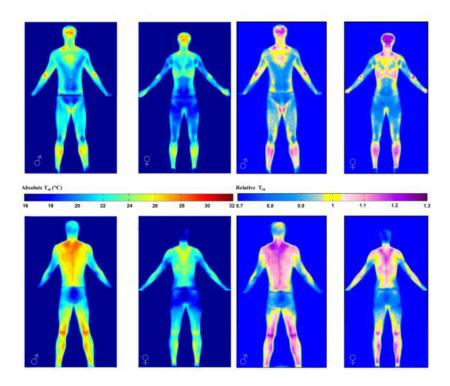


Fig 24: Mappa corporea della temperatura assoluto e relativa media misurata agli infrarossi. Fonte: Abreu, 2018

Un'ultima ricerca riportata ha permesso di sviluppare delle mappe termiche e di sudorazione del corpo umano durante un'attività fisica intensa.

Gli atleti sono stati sottoposti a un test che prevedeva 60 minuti di corsa sul tapis roulant con due intensità di esercizio. Il laboratorio è stato fissato a 25 ° C e a 50% di umidità relativa. Tramite l'applicazione di cuscinetti assorbenti si è potuto misurare il tasso di sudorazione regionale di varie parti del corpo e la telecamera termica ha catturato immagini a infrarossi. I dati ottenuti, visualizzati sulle mappe, permetto di sviluppare linee guida regionali per la temperatura e il sudore del corpo molto precise.

5.1.1 Termoregolazione e abbigliamento

Come appena letto, durante l'esercizio fisico, la temperatura della pelle può variare in modo significativo a seconda delle condizioni ambientali, dell'intensità e della durata dell'esercizio.

Negli sport attivi, l'abbigliamento ha un ruolo molto importante: deve coprire il corpo e resistere a prestazioni fisiche e condizioni ambientali estreme. Le ricerche sul comfort dell'abbigliamento sportivo attivo stanno sempre più prendendo in considerazione gli studi sulla termoregolazione, appoggiandosi a strumenti come la termografia a infrarossi, al momento unico metodo per il monitoraggio della temperatura cutanea in tempo reale. L'obiettivo è quello di offrire allo sportivo, un capo che possa adattarsi in maniera intelligente agli sbalzi di temperatura del corpo e dell'ambiente, mantenendo

sempre un microclima tra i vestiti constante e accettabile. Il mapping termico permette inoltre di identificare le zone del corpo più soggette all'aumento di temperatura sotto sforzo e le zone più soggette alla sudorazione. Le parti del corpo più riscaldate per la parte superiore del corpo sono spalle, petto centrale, schiena centrale lati anteriori e braccia. I tassi di sudorazione della parte superiore del corpo mostrano che la parte inferiore e centrale della schiena sono le parti che hanno maggiormente sudato, seguite da parte centrale del torace, spalla, collo e schiena.

Queste linee guida generali, che posso essere applicate ad ogni individuo sano e mediamente allenato che pratica sport, possono essere prese in considerazione sia per progettare abbigliamento leggero e fresco, adatto alla corsa o a altre attività aerobiche praticate all'aperto con medie e alte temperature, sia per progettare abbigliamento per discipline ad alta quota. Questo perché gli strati dell'abbigliamento creano un microclima interno dinamico che interagisce con la temperatura della cute, la quale come è stato visto rilascia calore all'esterno, in questo caso prima agli strati di abbigliamento e poi all'ambiente (con temperature rigide). La sfida quotidiana dei designer è quella di creare un abbigliamento che sappia proteggere dalle rigide temperature dell'alta quota e dalle intemperie, soprattutto nelle zone del corpo più sensibili, come torace e spalle; ma allo stesso tempo, possa favorire il normale processo di termoregolazione corporea, favorendo l'allontanamento del calore attraverso conduzione e convezione.



5.2 Concept

5.2.1 Ambiti di intervento

Dopo un'analisi di scenario molto ampia, che ha toccato molti ambiti, tra cui la sostenibilità, la ricerca di nuovi materiali per l'abbigliamento tecnico, l'approfondimento del funzionamento della termoregolazione corporea, essenziale per la concezione di qualsiasi tipo di abbigliamento, e il confronto con gli utenti; si giunge a focalizzare l'attenzione sul alcune macro aree di intervento che potranno guidare il progetto nella formulazione del concept e delle successive linee guida. Gli ambiti di intervento sono la ricerca di nuove tecnologie, la sostenibilità, e il coinvolgimento diretto del produttore.

Nello specifico sarà necessario coinvolgere tutti e tre gli ambiti identificati nel concept al fine di creare un prodotto in linea con l'analisi di scenario e le ricerche precedentemente svolte. Si agisce prioritariamente sull'ambito della ricerca di nuove tecnologie, poiché si ritiene che sia possibile sfruttarle in modo creativo per creare un prodotto che possa risolvere le problematiche evidenziate, come la necessità di una migliore termoregolazione, la diminuzione degli ingombri e una migliore traspirabilità. Nello stesso momento, poiché la tesi nasce dalla volontà di sensibilizzare sia i produttori che i consumatori circa il tema della sostenibilità ambientale, si cercherà di valorizzare questo aspetto, con la scelta di materiali certificati, facendo conoscere il prodotto nelle sue parti e nei suoi materiali specifici. Come ultima istanza, al fine di rendere partecipe l'azienda con cui si è scelto di svolgere la tesi, si ritiene importante il coinvolgimento del produttore nella scelta ultima dei materiali e della realizzazione del prodotto, per il quale ci si affida completamente all'esperienza e alle competenze dell'azienda, fondamentali per la riuscita di un buon prodotto.

Ambiti di intervento



Sostenibilità

Scelta di materiali sostenibili certificati che non siano dannosi per la salute e per l'ambiente



Nuove tecnologie

Ricerca di nuove tecnologie circa l'abbigliamento sportivo, che possa risolvere le problematiche riscontrate.



Coinvolgimento dei produttori

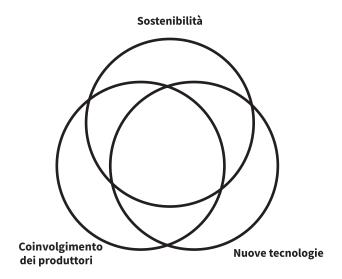
La formulazione del concept deriva dai confronti con i più esperti nel settore per produrre un prodotto di qualità.

Fig 25: Ambiti di intervento.

5.2.2 Definizione del concept

Le considerazioni fatte fin ora, sulla base di molte ricerche e approfondimenti, hanno permesso di formulare un nuovo concept:

Comfort in ogni situazione: Uno strato intermedio versatile ed efficace in ogni situazione. In grado di garantire traspirabilità, allontanamento dell'umidità e giusta protezione nelle zone più sensibili, al fine di alleggerire il peso totale, seguendo le misure del corpo.



Successivamente alla definizione del concept, è necessario formulare delle linee guida da seguire per lo sviluppo dell'idea. Funzionali alla riuscita del progetto e coerenti con l'analisi svolta e le esigenze e le problematiche individuate.

- Traspirabilità: per un comfort ottimale è necessario allontanare il sudore prodotto dall'attività fisica intensa. La scelta dei materiali traspiranti è fondamentale in tutti i capi d'abbigliamento.
- **Termoregolazione:** per evitare una sudorazione eccessiva è bene progettare un capo che assecondi la naturale termoregolazione del corpo, allontanando il calore in caso di necessità e isolando dal freddo delle temperature esterne.
- Leggerezza: quando l'attività fisica diventa intensa, il peso dell'abbigliamento e delle attrezzature non deve impedire le prestazioni dello sportivo.
- **Body mapping:** conoscere il proprio corpo e come funziona, è fondamentale per una corretta progettazione. Il capo d'abbigliamento si deve formare sul corpo e non ne deve impedire i movimenti.
- Attenzione ai dettagli: un buon capo d'abbigliamento è curato nei dettagli, che possono fare la differenza in termini di praticità.

Linee Guida



5.2.3 Sviluppo del progetto

Durante la fase di sviluppo del progetto si andranno a toccare gli ambiti precedentemente elencati, al fine di fornire una spiegazione completa ed esauriente delle motivazioni e del percorso che hanno condotto alla creazione di un capo d'abbigliamento unico e innovativo nel suo genere.

Si parte con la delineazione della tecnologia più conveniente al concept, tra quelle analizzate nello scenario; si proseguirà con un richiamo al tema della sostenibilità nell'ambito sportivo, riprendendo alcune nozioni già viste; infine si spiegheranno le motivazioni della scelta di collaborare con un'azienda, per definire le specifiche e porre un confronto delle conoscenze.

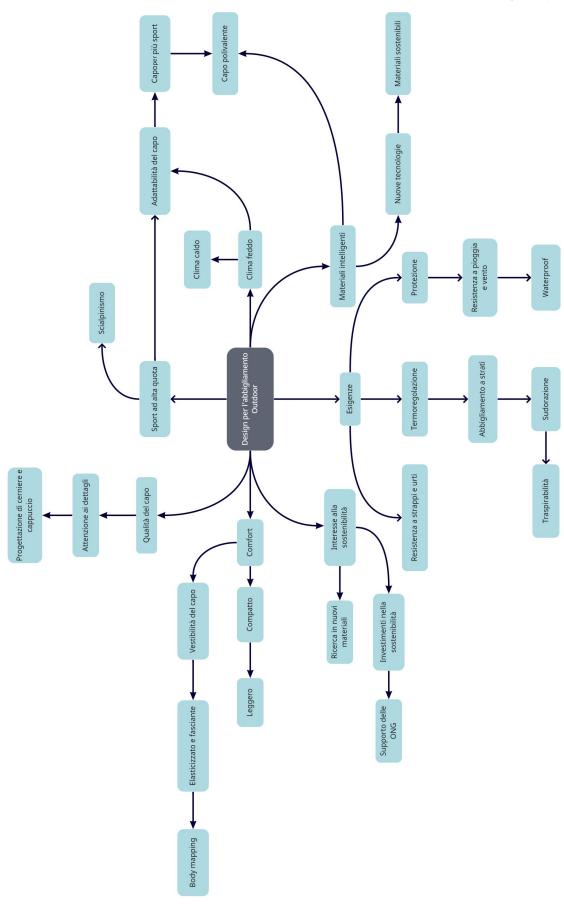


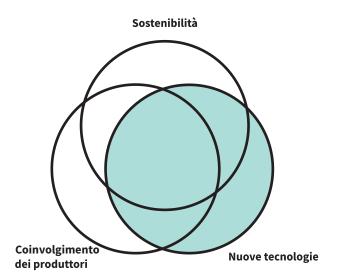
Fig 26: Mind map dello sviluppo del concept e delle linee guida

5.3 Nuove tecnologie

L'analisi di scenario h permesso di comprendere lo stato dell'arte del settore outdoor, sia per quanto riguarda la progettazione dei capi d'abbigliamento, sia per quanto riguarda i materiali, le finiture e le strutture tessili applicate.

Il settore tessile permettere di sperimentare appieno le grandissime **novità tecnologiche** in fatto di materiali, ma non solo, infatti la tecnologia indossabile e incorporata nell'abbigliamento, sembra essere solo all'inizio della sua evoluzione: presto il futuro sarà progettato per indossare meno oggetti possibili, che però rendano il più possibile: lo **smartphone** o l'**orologio** da polso conterranno tutto ciò di cui si avrà bisogno.

Come si è detto, l'abbigliamento outdoor e l'abbigliamento sportivo in generale sono campi d'azione ricchissimi per sperimentare nuovi materiali tecnici. Tra i materiali a cambiamento di fase indossabili, le fibre minerali e ceramiche, le finiture resistenti agli agenti atmosferici, l'area di manovra è molto ampia e varia. Il compito del designer è quello di **saper ricercare e riconoscere le tecnologie più adatte ai nuovi concept** e saperli proporre alle aziende all'avanguardia. La ricerca svolta e contenuta in questa tesi non è sufficiente a soddisfare l'ampio scenario dell'outdoor, ma è sicuramente un punto di partenza stimolante per comprendere il potenziale inespresso di molte tecnologie non ancora applicate.



5.3.1 Materiali a cambiamento di fase per i tessuti

Durante l'attività sportiva, si ricerca sempre un capo d'abbigliamento ottimale per gli sbalzi della temperatura corporea. Soprattutto per le attività all'aperto, è importante indossare il giusto abbigliamento, in base alle temperature di stagione e alle condizioni ambientali e meteorologiche. Come detto in precedenza, il modo migliore per essere preparati ad ogni sbalzo di temperatura, è vestirsi a strati, soprattutto se decidiamo di fare un'attività sportiva intensa, sotto sforzo, in un ambiente con un clima ostile, come l'alta quota. Lo scialpinismo è una disciplina che richiede un abbigliamento particolare, molto tecnico e adatto alle condizioni climatiche dell'alta montagna. Spesso lo sciatore si ritrova ad indossare molti strati d'abbigliamento, soprattutto per la parte superiore: intimo termico, secondo strato di pile, piumino e guscio hard shell o soft shell. Durante l'itinerario di esplorazione tra salite e discese, ci si ferma spesso per togliere e mettere questi strati in base all'aumento del metabolismo e della temperatura corporea dovuto allo sforzo fisico, alle temperature esterne, e alle condizioni di neve e vento. Se la giornata è soleggiata lo sciatore sceglie di salire indossando solo un paio di strati o anche uno solo, a causa dell'aumento della temperatura corporea sotto sforzo, permettendo così al copro di allontanare il calore tramite convezione o sudorazione, mentre la discesa richiede di indossare il piumino o il pile per scaldarsi dopo che il corpo è ritornato alle condizioni di riposo, raffreddandosi, e la giacca in hard shell per ripararsi dal vento.

La ricerca scientifica e tecnologia, ha introdotto tra le sue analisi, il problema del comfort dell'abbigliamento sportivo per l'alta quota. Recentemente si parla sempre di più di tessuti intelligenti o di tecnologia indossabile. Per tessuti intelligenti si intendono quei tessuti in grado di reagire agli stimoli resi esternamente o internamente per mantenere il livello desiderato delle applicazioni specifiche, come cambiare colore, visualizzare immagini, mantenere la microatmosfera controllata del corpo e così via. Questi miglioramenti potrebbero essere sviluppati per le fibre del materiale, progettandone le fasi o con finiture speciali (Babu & Arunraj, 2018).

Per mantenere la temperatura corporea dentro un livello di comfort, lo sportivo, in questo caso lo sciatore, deve continuamente togliere e mettere i diversi strati d'abbigliamento. Ogni condizione climatica ha il suo capo d'abbigliamento e il suo tessuto. Se si parla di tessuti intelligenti, si potrebbe pensare a un tessuto o a un capo d'abbigliamento progettato in modo tale da **poter cambiare automaticamente** agli stimoli esterni o interni di temperatura.

I materiali a cambiamento di fase sono materiali che hanno la capacità di accumulare calore. Si possono distinguere materiali di accumulo di calore sensibili e materiali di accumulo di calore latente. I materiali sensibili subiscono evidenti sbalzi di temperatura durante il cambiamento di fase come l'acqua, l'acciaio e la pietra: un esempio è l'uso di serbatoi di accumulo di acqua calda. I materiali di accumulo di calore latente invece, subiscono un cambiamento di fase con lievi variazioni di temperatura, con la possibilità di convertirli ripetutamente da solido a liquido in gas e viceversa. Questi sono tecnicamente definiti come materiali a cambiamento di fase. I PCM (phase change materials) per essere utilizzati nei tessuti e negli indumenti devono essere sotto forma di microcapsule che

contengono il materiale e devono trovarsi nell'intervallo di temperatura compreso **tra 20 e 40 ° C** per l'assorbimento di calore e nell'intervallo compreso **tra 30 e 10 ° C** per il rilascio del calore (Babu & Arunraj, 2018).

Quando si verifica un aumento della temperatura, le microcapsule PCM reagiscono assorbendo il calore e immagazzinando questa energia nel materiale a cambiamento di fase liquefatto. Quando la temperatura scende di nuovo, le microcapsule rilasciano questa energia termica immagazzinata e i materiali a cambiamento di fase si solidificano nuovamente.

La tecnologia per l'incorporazione di PCM nelle strutture tessili è stata sviluppata nell'ambito di un programma nazionale di aeronautica e amministrazione spaziale nei primi anni '80, con l'intenzione di applicare questi tessuti alle tute degli astronauti per migliorare la loro protezione termica contro le sbalzi di temperatura estremi nello spazio (Oliveira, Fernandes, Carneiro, & Souto, 2012).

I materiali da utilizzare per l'accumulo di energia termica a cambiamento di fase devono avere un grande calore latente e un'alta conduttività termica. Dovrebbero avere una temperatura di fusione compresa nell'intervallo pratico di funzionamento, fondersi in modo congruente con il sottoraffreddamento minimo ed essere chimicamente stabili, a basso costo, non tossici e non corrosivi. Materiali con queste caratteristiche sono stati studiati negli ultimi 40 anni e sono classificati come sali idratati, cere di paraffina, acidi grassi ed eutettici di composti organici e non organici (Farid, Khudhair, Razack, & Al-Hallaj, 2004).

I materiali a cambiamento di fase che sono stati utilizzati fino ad oggi per i tessuti sono:

- Sali inorganici idratati: sono cristalli di sale inorganici con molecole di n-acqua. Questi sali si trovano nell'intervallo desiderato tra 20 °C e 40 °C per essere applicati per indumenti termoregolati.
- Alcol poliidrico: questi materiali hanno effetti endotermici ed esotermici senza alterazione a temperature molto inferiori al punto di fusione delle sostanze. Tuttavia, non sono adatti per la produzione di tessuti ad accumulo termico a causa della loro gamma di temperature superiore a 40 °C.
- **Polietilenglicolo:** il polietilenglicolo è uno degli importanti materiali a cambiamento di fase la cui temperatura di fusione è proporzionale al peso molecolare quando inferiore a 20000 g/mol. E al di sopra di questo peso molecolare i punti di fusione sono quasi gli stessi.

Se si parla di produzione di materiali a cambiamento di fase, i materiali più comunemente usati sono **gli idrocarburi a catena lineare**. Gli idrocarburi a catena lineare (cere di paraffina) sono sottoprodotti della raffinazione del petrolio non tossici, non igroscopici ed economici. Sono i più importanti di tutti i PCM applicati per accumulo di calore nei tessuti. I loro punti di fusione e cristallizzazione vanno da 10 °C a 40 °C. Alcuni degli idrocarburi comunemente usati sono elencati di seguito.

_	Idrocarburi	n. di atomi di carbonio	Temp. di fusione (°C)	Calore fondente J/g	Temp. di cristallizzazione ° C
_	n-esadecano	16	16.7	236.58	16.2
	n-eptadecano	17	21.7	171.38	21.5
	n-ottadecano	18	28.2	242.44	25.5
-	n-eicosano	20	36.6	246.62	30.6
-	n-eneicosano	21	40.2	200.64	

Fig 27: Comportamento di cambiamento di fase degli idrocarburi a catena lineare. Fonte: Babu & Arunraj, 2018

I materiali a cambiamento di fase cambiano da solido a liquido e viceversa in tempi brevi, tendendo a fluire a causa della mobilità degli atomi. A tale scopo, i PCM devono essere incapsulati o legati da **un sottile strato di polimero** o di qualsiasi altro materiale in modo che la transizione di fase possa essere realizzata all'interno di un ambiente controllato per diversi cicli ripetitivi. Esistono vari metodi per incapsulare i materiali, tramite l'utilizzo di un micro film. Queste microcapsule hanno un diametro approssimativo **tra 1 \mum e 30 \mum**. Le microcapsule sono resistenti all'azione meccanica, al calore e alla maggior parte dei tipi di sostanze chimiche (Babu & Arunraj, 2018).

Un processo molto comune per la microincapsulazione di sostanze organiche in microcapsule inorganiche è il processo sol-gel. L'incapsulamento consiste nella combinazione di un materiale ibrido organico-inorganico costituito da una microsfera cava inorganica, chiamata shell, in cui è presente un nucleo organico, core. Il metodo sol-gel diminuisce la reattività del PCM con l'ambiente esterno, previene le perdite di PCM durante il processo di cambiamento di fase solido-liquido e aumenta la superficie di contatto e quindi la conducibilità (Guarascio, 2019).

Tecniche di produzione

Attualmente esistono numerosi processi per l'applicazione di microcapsule nei tessuti; questi includono rivestimenti, laminazione, imbottitura, filatura a fusione, estrusione di fibre sintetiche bicomponente e tecniche di schiuma.

Metodo chimico	Metodo fisico	Metodo meccanico
Sospensione, dispersione e polimerizzazione in emulsione	Coacervazione	Essiccazione a spruzzo
Policondensazione	Assemblaggio strato su strato	Spruzzatura con ugelli multipli
	Incapsulamento sol-gel	Rivestimento fluido
	Metodi supercritici	Tecniche centrifughe
		Sottovuoto ed incapsulamento elettrostatico

Fig 28: Metodi di microincapsulamento.

Fonte: Babu & Arunraj, 2018

Riempimento o impregnazione: In questo metodo, le fibre che sono di natura cava o porosa vengono immerse in una soluzione contenente la concentrazione desiderata di PCM per il tempo specificato, sotto pressione. Ciò fa migrare le capsule disperse dal mezzo solvente alla struttura fibrosa e vi si fissa.

Filatura di fibre: Le microcapsule PCM, di varie forme, vengono fissate permanentemente all'interno della struttura della fibra durante la procedura di filatura a umido della fabbricazione della fibra. Il microincapsulamento dona una mano più morbida, maggiore elasticità, maggiore traspirabilità e permeabilità all'aria ai tessuti.

Rivestimento a matrice durante il processo di finitura: I PCM vengono incorporati in un composto di rivestimento di acrilico o poliuretano con determinati leganti e vengono applicati al tessuto come una finitura.

Dispersione di schiuma: Le microcapsule vengono miscelate con una schiuma poliuretanica soffiata ad acqua e successivamente, questa schiuma viene applicata su un tessuto tramite laminazione, dove l'acqua viene rimossa dal sistema mediante il processo di asciugatura (Babu & Arunraj, 2018).

Tuttavia, una delle maggiori sfide nel settore di questi tessuti innovativi è aumentare la durabilità delle loro proprietà anche dopo un uso ripetuto e dopo i lavaggi del capo. Il processo di impregnazione è più appropriato a causa dell'assenza di affinità tra le microcapsule e il substrato: in questa procedura è necessaria l'applicazione della pressione per far aderire le microcapsule alle fibre. È dimostrato che il numero di capsule che rimangono attaccate alle fibre e che resistono successivamente ai lavaggi, allo sfregamento e alla stiratura dipende dal tipo di legante che si utilizza. Ciò è molto importante poiché la capacità di accumulo di calore aumenta con l'aumentare della concentrazione di microcapsule nell'area di tessuto.

Negli ultimi anni, la modifica superficiale dei materiali tessili mediante **trattamento al plasma** ha aperto nuove possibilità per le loro prestazioni funzionali. In effetti, la tecnologia al plasma è stata sempre più utilizzata nell'incisione, nella deposizione e in altre modifiche di varie forme di materiali tessili per migliorare le loro proprietà superficiali. Per quanto riguarda la fissazione delle microcapsule alle fibre tessili, il plasma potrebbe essere un ottimo legante.

Gli effetti del trattamento al plasma sui prodotti tessili comprendono un aumento delle caratteristiche idrofile, un miglioramento delle proprietà di tintura, un effetto di pulizia di superficie, proprietà antifelting e un miglioramento dell'adesione (Oliveira, Fernandes, Carneiro, & Souto, 2012).

L'isolamento termico e le proprietà termoregolanti di questi materiali a cambiamento di fase applicati ai tessuti, sono molto difficili da misurare in modo diretto. I dati ottenuti dalle misurazioni convenzionali, differiscono molto tra una misurazione e l'altra e non restituiscono valutazioni utilizzabili. L'isolamento termico inoltre è temporaneo e ridotto a pochi minuti.

Alcuni studi su diverse strutture tessili con materiali diversi hanno concluso che l'isolamento termico totale dei nuovi (PCM) supera il 60% rispetto a quello dei capi convenzionali. Modelli di simulazione della pelle e del tessuto contenente PCM hanno dimostrato una differenza sostanziale di calo della temperatura della pelle a contatto con il tessuto tradizionale (3 °C) e a contatto con il tessuto contenenti PCM (0,8 °C). (Babu & Arunraj, 2018).

Applicazioni

I materiali a cambiamento di fase (PCM) nei tessuti si adattano alle prestazioni funzionali di regolazione termica dei capi PCM modificando il loro stato di aggregazione in un intervallo di temperatura definito. Le applicazioni dei tessuti a cambiamento di fase includono abbigliamento, coperte, campo medico, isolamento, indumenti protettivi e speciali e molti altri.

Le proprietà termoregolanti dei PCM sono utilizzate per migliorare le prestazioni termiche dei capi di abbigliamento attivo. La quantità dei PCM all'interno del tessuto del capo d'abbigliamento deve essere tale da provocare l'effetto di termoregolazione. Di solito i capi d'abbigliamento sportivo, internamente contengono uno strato di PCM al fine di aumentare l'area di distribuzione del materiale agente. Il capo d'abbigliamento inoltre deve fornire un equilibrio termico tra il calore generato dal corpo e il calore rilasciato nell'ambiente mentre si pratica uno sport. Il calore generato dal corpo durante l'attività sportiva spesso non viene rilasciato nell'ambiente nella quantità necessaria aumentando così lo stress termico. Il calore corporeo in eccesso viene assorbito dai materiali incapsulati a cambiamento di fase e rilasciato quando necessario. Guanti da sci, biancheria intima, abbigliamento sportivo, arrampicata su ghiaccio e biancheria intima per il ciclismo e la corsa sono alcuni altri esempi di applicazioni dei PCM nell'abbigliamento sportivo (Khalil, 2015).

Attualmente, i PCM sono utilizzati anche nelle **calzature**, in particolare scarponi da sci, scarponi da alpinismo, stivali da pilota per auto da corsa, ecc. La tecnologia del cambio di fase reagisce direttamente ai cambiamenti di temperatura sia della parte esterna del capo che del corpo. I materiali a cambiamento di fase contenuti nelle microcapsule sono collegati a un intervallo di temperatura specifico a seconda

dell'uso finale (36 °C per un casco da motociclista e 26 °C per guanti). I tessuti ad accumulo termico e termoregolati possono assorbire, immagazzinare, ridistribuire e rilasciare calore per prevenire drastici cambiamenti nella testa, nel corpo, nelle mani e nei piedi di chi li indossa (Khalil, 2015).

5.3.2 La tecnologia Outlast

Outlast è un fornitore leader di materiali a cambiamento di fase (PCM) per la regolazione proattiva della temperatura e offre la più ampia gamma di soluzioni per vari usi finali. L'impresa tecnologica attiva a livello globale ha sede a **Heidenheim / Germania**, con uffici a **Golden / Colorado**, negli Stati Uniti e ad **Hong Kong** e mantiene ulteriori uffici di vendita in Europa, Asia, Australia e America Latina.

L'azienda ha originalmente collaborato con la NASA per sviluppare soluzioni per proteggere gli astronauti dalle fluttuazioni di temperatura nello spazio. Oggi è sempre impegnata nello sviluppo di nuove fibre, tessuti e rivestimenti che incorporano materiali a cambiamento di fase, espandendo l'uso della tecnologia Outlast[®] in oltre 300 marchi, specialmente per la biancheria da letto, abbigliamento, calzature e accessori. Nuove ricerche e studi stanno coinvolgendo nuove applicazioni della tecnologia per l'arredamento della casa, il campo militare e medico (Reich, 2019).

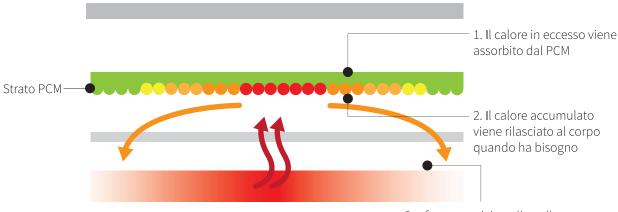
La tecnologia Outlast consiste nella capacità di assorbire, immagazzinare e rilasciare il calore regolando continuamente il microclima della pelle. Quando la pelle si surriscalda, il calore viene assorbito e, mentre si raffredda, il calore viene rilasciato. La tecnologia funziona in modo proattivo e si inserisce molto prima degli altri che isolano o semplicemente trasportano il sudore quando si è già verificato. I materiali a cambiamento di fase, definiti Thermocules™, sono incapsulati in una guaina di polimeri per poter garantire una protezione permanente.

Il processo di incapsulamento Thermocules™ garantisce una notevole resistenza, adattando il materiale ad un gran numero di applicazioni. Infatti, vi è la possibilità di applicare le microcapsule direttamente al tessuto come **finitura**, oppure di incorporarle direttamente alla **fibra** durante la filatura (Outlast, 2020).

Sostenibilità Outlast

Outlast sta cercando di muoversi verso una direzione più sostenibile per quanto riguarda la scelta dei materiali per i propri tessuti. I prodotti sono tutti **certificati OEKO-TEX® 100 classe 1**, realizzati con processi di tintura e produzione rispettosi delle risorse.

Tra i materiali di base utilizzati da Outlast troviamo **tessuti in poliestere riciclato 100%** conforme al Global Recycle Standard (GRS). Altri prodotti Outlast invece sono realizzati in **fibra di cellulosa biodegradabile Lyocell** (Reich, 2019).

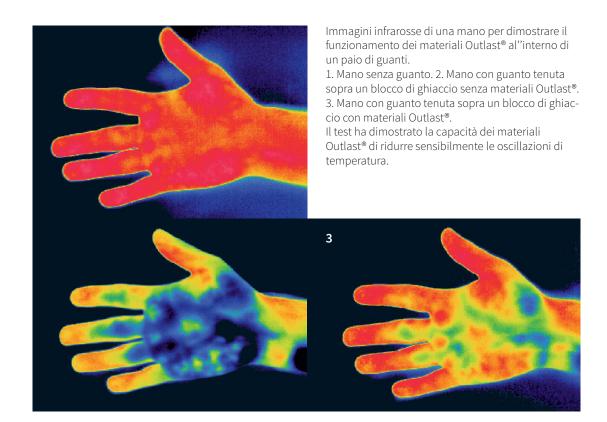


Confort zone vicino alla pelle



Materiali rivestiti Outlast

Materiali Matrix Infusion Coating



5.4 Sostenibilità dei materiali

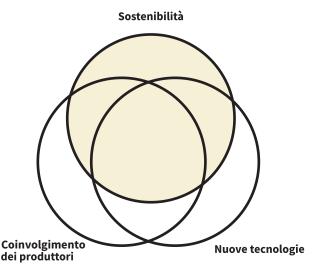
Quando si parla di abbigliamento sportivo sorge subito un dubbio: esistono materiali sostenibili che sappiano restituire caratteristiche di resistenza, traspirabilità e performance identiche a quelli tradizionali, derivanti soprattutto da materie prime vergini di origine chimica? È una questione molto delicata, verso la quale molte aziende, per non rischiare di abbassare la qualità e le prestazioni dei materiali, scelgono di porre in secondo piano la sostenibilità, o addirittura non prenderla mai in considerazione. È anche vero che quando si parla di un certo tipo di abbigliamento tecnico, che necessita specifiche caratteristiche e sul quale molte persone affidano la propria salute e la salvaguardia da situazioni di pericolo, come ipotermica o ferite, spesso il designer sceglie di utilizzare dei materiali prestanti, anche se questi non sono riciclati o riciclabili.

Il punto quindi è questo: è giusto scendere a compromessi con la sostenibilità per un capo d'abbigliamento tecnico?

La risposta in questo caso è affermativa, se si considera la sostenibilità da un punto di vista più ampio, che non significhi solo materiale riciclato o biodegradabile. Certo, per alcuni strati d'abbigliamento, come l'intimo termico o per alcuni capi meno performanti come t-shirt, felpe e simili, è buona cosa considerare sempre l'alternativa più ecologica: ormai il mercato, come visto prima, offre moltissimi materiali differenti, anche adatti per l'attività sportiva, che utilizzano fibre riciclate o non derivanti dal petrolio. Quando invece la tecnologia odierna non permette di risparmiare sulla sicurezza e la prestanza dell'abbigliamento tecnico, è importante saper scegliere anche in base a quale atteggiamento ha l'azienda produttrice nei confronti della tematica ambientale. Quando una filiera è sostenibile e corretta nei confronti dei costi ambientali, anche il prodotto finale lo sarà, nonostante non sia materialmente fatto di materiali definiti sostenibili. Per ovviare il problema della riciclabilità del capo, è giusto capire se questo è stato progettato per durare nel tempo. L'azienda deve offrire un servizio di riparazione e sostituzione; inoltre, se l'azienda sa come ha progettato e confezionato il capo, sa anche come smaltirlo, preoccupandosi di ritirare il capo a fine vita e riconoscere i materiali di cui è composto.

Se l'intero sistema di produzione e l'intera filiera rispecchiano i requisiti di economia circolare precedentemente raccontati, preoccupandosi di tutti i passaggi legati alla produzione e alla confezione, la sostenibilità può essere introdotta tra i requisiti del capo d'abbigliamento tecnico.

Detto ciò, è fondamentale investire continuamente nella ricerca e nella sperimentazione di nuovi materiali e tecnologie sostenibili, sia per quanto riguarda la produzione sia per quanto riguarda la progettazione stessa del prodotto.



5.5 Coinvolgimento dei produttori nella definizione del progetto: l'azienda

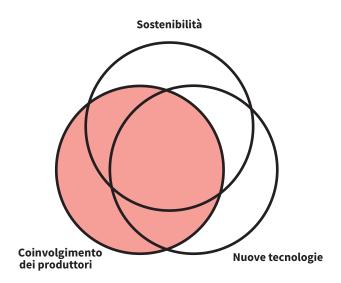
Il progetto, per la sua realizzazione richiede l'appoggio di un esperto che sappia definire i dettagli e le specifiche dei materiali e della costruzione del modello. Una volta elaborato il concept, il designer collabora con un'azienda che si occupa di sviluppo del prodotto e confezione al fine di garantire la scelta di materiali e suggerire come meglio sviluppare l'intero progetto. La collaborazione con più attori del settore permette di studiare ogni parte del progetto e colmare le lacune in termini di definizione del prodotto, in questo caso un indumento per lo sport, e confrontarsi con le attuali ricerche del mercato circa i materiali e la confezione.

5.5.1 Stamperia Alicese

Stamperia Alicese è un'azienda di Cavaglià, in provincia di Biella, che dagli anni 70 si occupa di stampa e confezione di abbigliamento sportivo per i più importanti marchi sportivi. Dalla sua nascita fino ad oggi, questa azienda è cresciuta molto, introducendo sempre nuove tecnologie e innovazioni come la stampa sublimatica in digitale, l'utilizzo del CAD per lo sviluppo del modello, il taglio automatico, la tecnologia "sew free". L'azienda è specializzata nella produzione di prodotti sportivi di fascia medio alta, soprattutto per sport come calcio, ciclismo, atletica, sci, scialpinismo, vela, golf e tennis.

L'azienda è sempre stata aperta al coinvolgimento in nuovi progetti e nello sviluppo di nuovi prodotti, collaborando regolarmente con il Politecnico di Torino, con i suoi docenti e studenti.

Nello specifico, per lo sviluppo di questo progetto è stato fondamentale l'intervento di Cristina Salussolia, direttrice generale dell'ufficio prodotto e stile, che fin da subito ha mostrato entusiasmo e interesse nel prestare le proprie conoscenze alla realizzazione del progetto.



5.6 Sketch

Lo scialpinismo è una disciplina che alterna momenti di fatica in cui la temperatura corporea aumenta, con momenti di riposo, in cui la temperatura corporea si abbassa notevolmente. L'obiettivo è quello di studiare uno strato intermedio con una buona traspirabilità, ma allo stesso tempo che sappia mantenere una temperatura confortevole. In questo caso i materiali a cambiamento di fase (PCM) potrebbero essere utilizzati per facilitare la regolazione della temperatura.

Il disegno è molto semplice e privo di particolari, con la volontà di mostrare nella sua estrema sintesi il concept sopra descritto. La giacca è un strato intermedio che si divide principalmente in due parti: una parte che si può assimilare al soft shell, aderente e leggero, ma allo stesso tempo resistente all'acqua e agli urti/strappi; una parte imbottita, composta da un corpo cavo con strato esterno idrorepellente e resistente al vento. Lo strato interno della giacca potrebbe accogliere un tessuto con PCM dove possibile, di spessore da concordare. La parte in maglia permette alla giacca di vestire in modo aderente, permettendo allo stesso tempo i movimenti del corpo: principalmente ai lati del busto, sulle maniche e sul bordo in fondo.

L'imbottitura è presente solo in alcune zone, quelle che secondo le indagini svolte, potrebbero essere le più sensibili agli sbalzi di temperatura, lasciando più leggere e traspiranti le zone maggiormente soggette alla sudorazione come la schiena (che inoltre ospita lo zaino quindi non ha bisogno di eccessiva protezione), le ascelle e il petto (in questo caso l'imbottitura è presente poiché il vento tende ad abbassare molto la temperatura e in caso di sudorazione è possibile aprire la giacca con la cerniera). Le altre parti, non imbottite sono in materiale elasticizzato traspirante e resistente all'acqua (trattamento DWR). La maglia elasticizzata permette il movimento delle articolazioni e l'aderenza alle forme del corpo; così come anche i polsini e il bordo inferire della giacca, che non devono permettere il passaggio di vento o neve all'interno. Il cappuccio è leggero e ripiegabile, con un elastico che permette l'aderenza al capo. Le tasche esterne sono alte, per permettere l'indosso dell'imbrago senza impedirne l'accesso; la tasca interna è all'altezza del torace. Le zip non sono nastrate perché risulterebbero troppo ingombranti (si pensa che in caso di forte vento o nevicata sopra a questa giacca bisogna indossare un hard shell), ma sono riparate da una linguetta esterna.

La scelta dei materiali dovrà vertere tra quelli certificati **Oeko-tex standard e Bluesign**, al fine di riuscire a progettare un **capo sostenibile**, che riesca, dove possibile, ad accogliere fibre riciclate.

Il concept non deve perdere di vista il suo scopo principale: uno strato intermedio per lo scialpinismo. È stato ideato per questa disciplina sportiva, ma l'intento è anche quello di riuscire ad estendere l'innovazione dell'utilizzo di PCM e della differenza di spessore in base alle zone del corpo, per altri sport praticati in montagna come l'alpinismo o l'arrampicata su ghiaccio.

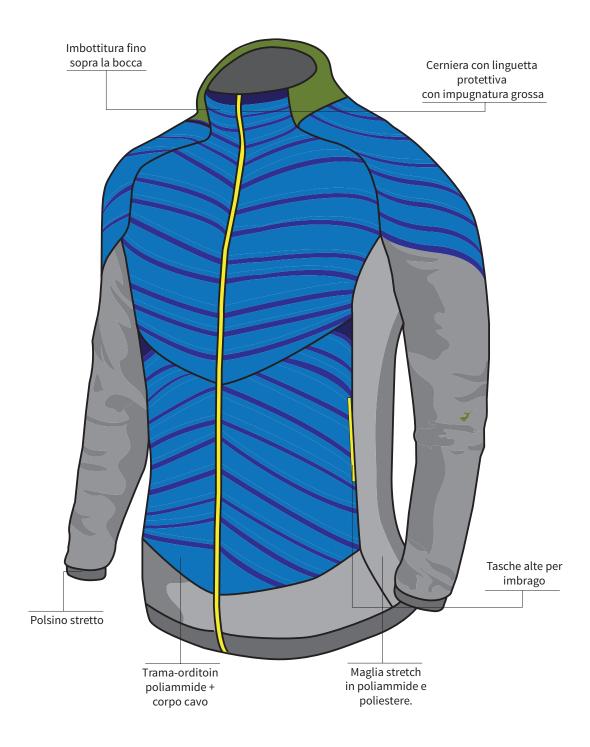


Fig 30: Rappresentazione grafica stilizzata del concept del softshell, parte frontale



Fig 31: Rappresentazione grafica stilizzata del concept del softshell, parte posteriore

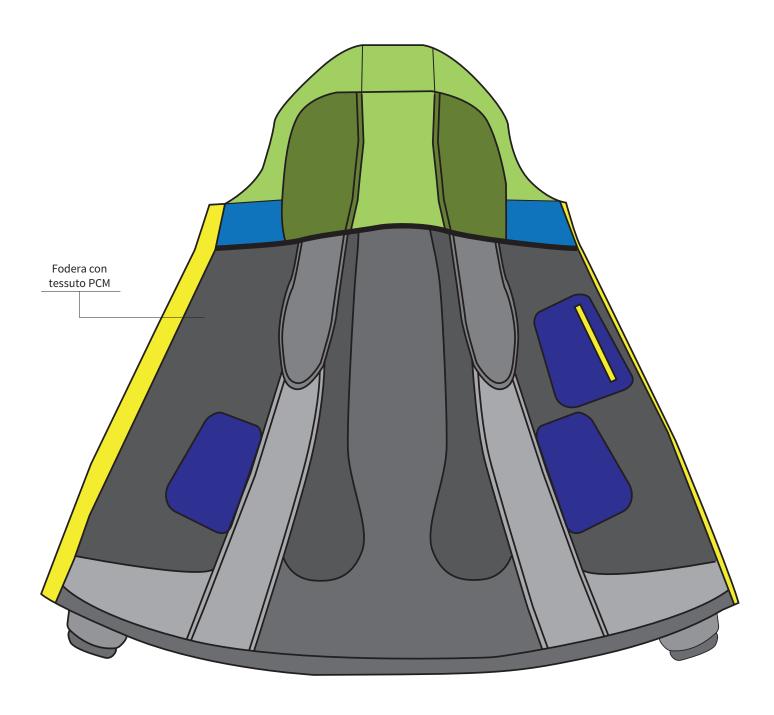


Fig 32: Rappresentazione grafica stilizzata del concept del softshell, parte interna

5.6.1 Scelta dei materiali

La scelta dei materiali è stata fatta con la consulenza di alcune aziende che hanno fornito alcuni swatch di tessuto per svolgere le prove in laboratorio presso la sede di Biella del Politecnico di Torino. Insieme alla responsabile dell'ufficio prodotto Salussolia Cristina, si è iniziato a valutare alcuni possibili tessuti da utilizzare tra quelli presenti in azienda; successivamente abbiamo contattato sia Outlast® per ottenere alcuni campioni di materiali da testare, e Polartec®, leader del settore, azienda all'avanguardia e molto disponibile che ha saputo ascoltare le esigenze richieste e ha fornito un'ampia gamma di imbottiture sintetiche da testare. Altri materiali infine sono stati scelti sotto consulenza della Stamperia, tra quelli già presenti in azienda, come il rivestimento in poliammide Pertex®, anch'essa azienda leader del settore outdoor textile. Per le parti in maglia (parte inferiore e maniche) abbiamo scelto un particolare materiale tra quelli forniti dall'azienda M.I.T.I.® che progetta e realizza materiali tecnici per l'outdoor, con una mano molto morbida, spesso mischiando anche lana con fibre sintetiche. Tutte le aziende nominate corrispondono ai profili richiesti in termini di sostenibilità e attenzione al materiale impiegato. Soprattutto Polartec, da anni fornisce imbottiture e tessuti garzati, realizzati con materiali riciclati al 100%.

Anche Pertex® è da molto tempo partner **bluesign®** e si impegna come azienda nel ridurre il proprio impatto ambintale.

Infine M.I.T.I. fornisce tessuti indemagliabili tutti certificati **bluesign® e OEKO-TEX®**, tra cui la nuova linea GreenSoul, realizzata con materiali riciclati certificati da post e pre-consumo.





6. Test in laboratorio

6.1 Materiali

Al fine di comprendere il comportamento dei materiali, sono stati analizzati un totale di 25 tessuti differenti tramite tre test: test di permeabilità all'aria, moisture management test e la valutazione sperimentale della dispersione termica planare.

In totale i materiali trattati sono 25 campioni di tessuto. 7 dei quali sono stati forniti da Outlast; 9 da M.I.T.I.; e infine 9 da Polartec. Sono tutti classificabili tessuti tecnici per l'abbigliamento sportivo.

- Peyton Outlast
- Salida Outlast
- Carlton Outlast
- Sanford Outlast
- Lavitus Outlast
- Clemmons Outlast
- Eaton Outlast
- Superroubaix Hive M.I.T.I.
- Thermo Tech M.I.T.I.
- Checkmate M.I.T.I.
- Superroubaix Check M.I.T.I.
- Thermodream M.I.T.I.
- Termolife New M.I.T.I.
- Superroubaix Carbon M.I.T.I.
- Superroubaix Pinstripe M.I.T.I.
- Superwoll Full Black M.I.T.I.
- 4412 Polartec
- 4405 Polartec
- 4402RC Polartec
- 4403RC Polartec
- 4004 Polartec
- 4028 Polartec
- 4411RC Polartec
- 4008 Polartec
- 4024 Polartec

I test sono stati svolti nei laboratori di alta tecnologia tessile di Città Studi, Biella, sotto la supervisione della professoressa Francesca Dotti.

Peyton Outlast



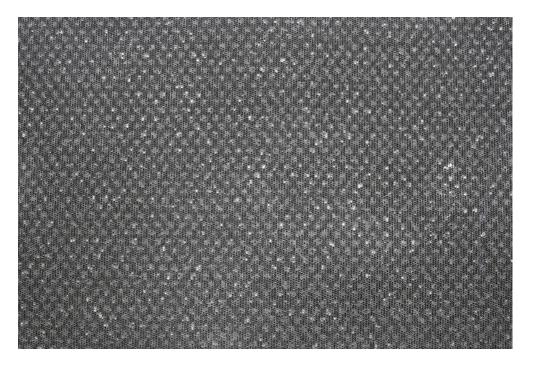
50% Outlast PES; 42% PES siliconize; 8% PES low melting

Salida Outlast



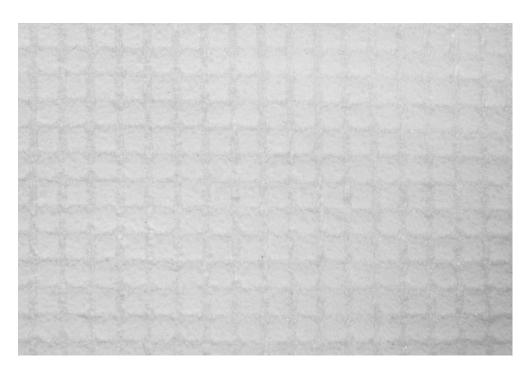
50% Outlast PES; 40% PET; 10% PES low melting

Carlton Outalst



1 Layer 100% PES; 2 Layer Silicon with PCM capsules

Sanford Outlast



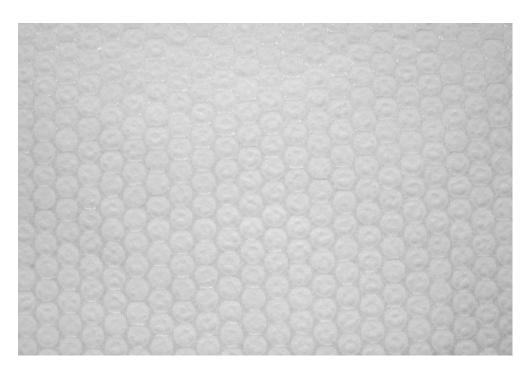
1 Layer Acrylic with PCM capsules; 2 Layer 100% PES

Lavitus Outlast



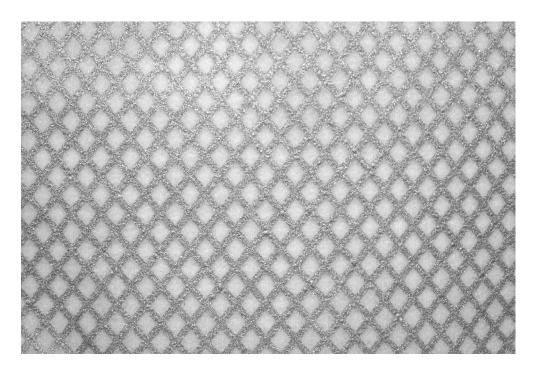
1 Layer 100% PES; 2 Layer Acrylic with PCM capsules; 3 Layer 100% PES

Clemmons Outlast



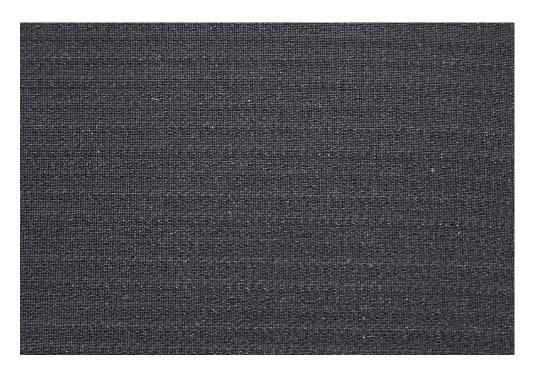
1 Layer Acrylic with PCM capsules; 2 Layer 100% PES

Eaton Outalst



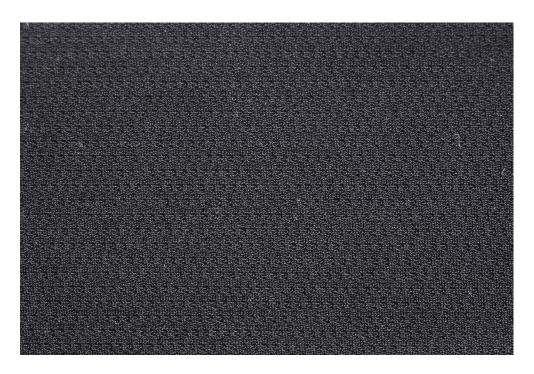
1 Layer PCM capsules with heat spreader technology; 2 Layer 100% PES non woven

Superroubaix Hive MITI



85% Nylon; 15% Elastane

Thermo - tech MITI



48% Nylon; 37% Polyester; 15% Elastane

Checkmate MITI



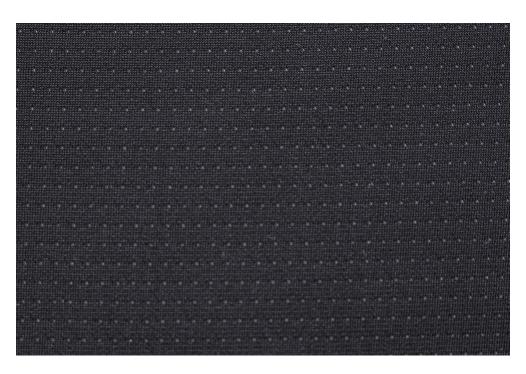
83% Nylon; 17% Elastane

Superroubaix Check MITI



84% Polyester; 16% Elastane

Thermodream MITI



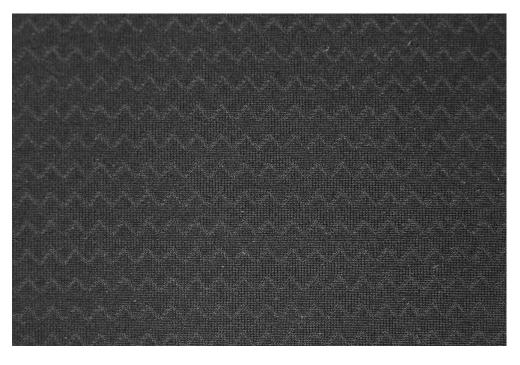
49% Nylon; 35% Polyester; 16% Elastane

Thermolife new MITI



46% Nylon; 25% Polyester; 19% Elastane

Superroubaix Carbon MITI



85% Nylon; 15% Elastane

Superroubaix Pinstripe MITI



85% Polyester; 15% Elastane

Superwool Full Black MITI

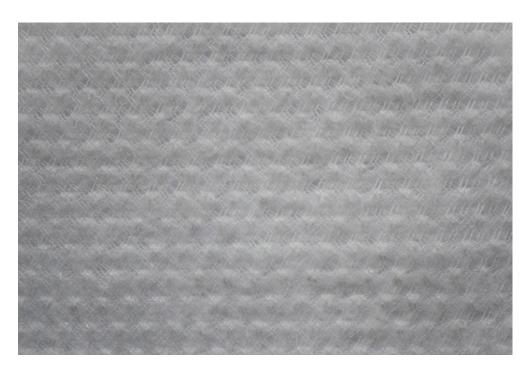


56% Nylon; 32% Virgtin wool; 12% Elastane

4412 Polartec



100% Polyester



100% Polyester

4402RC Polartec



100% Polyester

4403RC Polartec

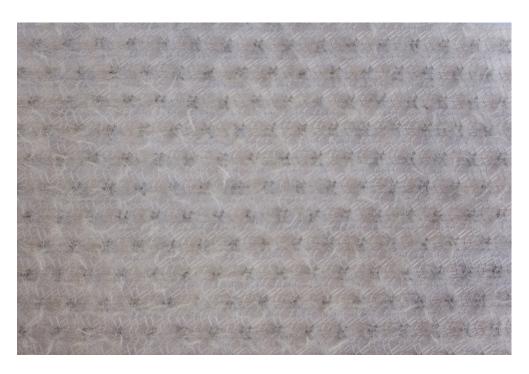


100% Polyester

4004 Polartec



100% Polyester



100% Polyester

4411RC Polartec



100% Polyester



100% Polyester



100% Polyester

6.2 Permeabilità all'aria dei tessuti

Prima delle prove i campioni devono essere ambientati e le prove stesse devono essere condotte in atmosfera condizionata. I tessuti vengono sottoposti al test dopo essere stati ambientati per 24 ore alle condizioni standard previste dalla norma ASTM D1776 a 20±1°C e 65±2 % RH.

Tra il giorno 30/06/2020 e il giorno 07/07/2020 sono stati analizzati 25 campioni di tessuto tramite il test di permeabilità all'aria dei tessuti secondo norma UNI EN ISO 9237, la quale definisce che la permeabilità all'aria è la velocità di un flusso che passa perpendicolarmente attraverso una provetta, in condizioni specificate di area di prova, caduta, pressione e tempo.

6.2.1 Procedimento

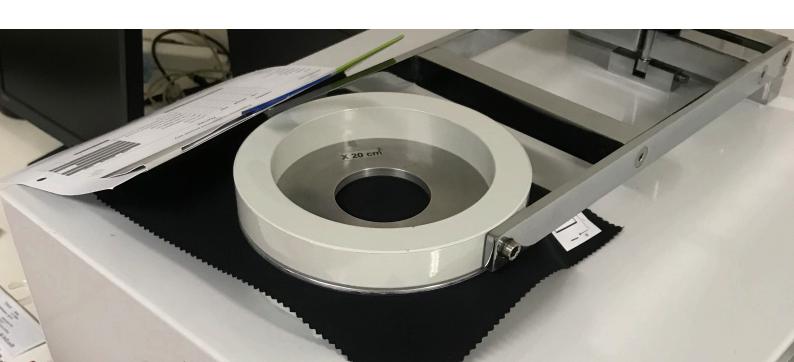
Le condizioni del macchinario per l'esecuzione della prova sono:

- superficie di prova di 20 cm 2 tramite una riduzione. La tolleranza dell'area di prova non deve superare \pm 0,5%.
- caduta di pressione di 100 Pa per i tessuti d'abbigliamento
- caduta di pressione di 200 Pa per tessuti industriali.

Si posiziona il tessuto tra le riduzioni di area di prova, senza tensioni (per non falsare la porosità del campione) e si monta nel porta-campione. La perdita ai bordi è evitata mediante un dispositivo ad anello di tenuta in cui vengono inseriti i porta campioni, provvisti di gomma. Dopo la verifica dell'apparecchio e la taratura attraverso una dima, si procede con il test: si mette in funzione l'aspiratore per spingere l'aria attraverso la riduzione e si regola il flusso gradualmente con due manopole, fino a raggiungere la caduta di pressione indicata (in questo caso 100 Pa). Si consiglia di ripetere il test con più campioni dello stesso tessuto nelle stesse condizioni.

Si avvia il test e il macchinario fa passare 10 oppure 100 litri d'aria attraverso il tessuto. Il risultato è la permeabilità all'aria media R, in millimetri al secondo o metri al secondo.

Maggiore sarà la velocità dell'aria che attraversa il tessuto, maggiore sarà la permeabilità del tessuto. La permeabilità all'aria è un'indicazione da tenere in considerazione anche per la permeabilità al vapore.



6.2.2 Risultati

I risultati della permeabilità all'aria R sono la media aritmetica delle singole letture e il coefficiente di variazione (allo 0,1% più vicino), stabilendo un intervallo di confidenza del 95%.

		Area prova	Caduta di pressione	Litri d'aria		Valore 2 mm/s	Valore 3 mm/s	Valore medio mm/s
1	Peyton Outlast	5 cm	100 Pa	100	2411,9	2565	2468,5	2481,8
2	Salida Outlast	5 cm	100 Pa	100	1434,3	1381,1	1492,3	1435,9
3	Carlton Outlast	20 cm	100 Pa	100	760,5	710,4	742,7	737,9
4	Sanford Outlast	20 cm	100 Pa	100	1003,2	908,7	907,6	939,8
5	Lavitus Outlast	20 cm	100 Pa	100	202,7	192,4	185,3	193,5
6	Clemmons Outlast	20 cm	100 Pa	100	531,2	550,8	536,8	539,6
7	Eaton Outlast	20 cm	100 Pa	100	863,7	841	804,8	836,5
8	Superroubaix Hive M.I.T.I.	20 cm	100 Pa	100	824,5	788,1	781,9	798,2
9	Thermo Tech M.I.T.I.	20 cm	100 Pa	100	554,5	548,2	548,4	550,4
10	Checkmate M.I.T.I.	20 cm	100 Pa	100	623,9	634,2	609,6	622,6
11	Superroubaix Check M.I.T.I.	20 cm	100 Pa	100	730,9	728,2	730,8	730,0
12	Thermodream M.I.T.I.	20 cm	100 Pa	100	629,8	552,1	598,7	593,5
13	Termolife New M.I.T.I.	20 cm	100 Pa	100	747,2	760	774,9	760,7
14	Superroubaix Carbon M.I.T.I.	20 cm	100 Pa	100	708,9	707	707,8	707,9
15	Superroubaix Pinstipe M.I.T.I.	. 20 cm	100 Pa	100	843,1	784,1	774,4	800,5
16	Superwoll Full Black M.I.T.I.	20 cm	100 Pa	100	346,1	266,3	347,5	320,0
17	4412 Polartec	2 cm	100 Pa	100	4842,1	4608,7	4692,3	4714,4
18	4405 Polartec	2 cm	100 Pa	100	4130,5	4018,9	4145,2	4098,2
19	4402RC Polartec	2 cm	100 Pa	100	3102,8	3030,6	3153,3	3095,6
20	4403RC Polartec	2 cm	100 Pa	100	3378,1	3430,2	3376,7	3395,0
21	4004 Polartec	2 cm	100 Pa	100	3626,6	3695,7	3730,7	3684,3
22	4028 Polartec	2 cm	100 Pa	100	4925,6	4766,8	4781,4	4824,6
23	4411RC Polartec	5 cm	100 Pa	100	2400,6	2425,7	2363,2	2396,5
24	4008 Polartec	5 cm	100 Pa	100	2684,9	2721,8	2731,1	2712,6
25	4024 Polartec	5 cm	100 Pa	100	1797,9	1008,4	1779,5	 1528,6

Fig 33: Risultati test permeabilità all'aria.

Dal test emerge che le imbottiture come i tessuti **Polartec** e i due Outlast, **Peyton e Salida**, sono quelle che presentano **una permeabilità all'aria più alta**, mentre gli altri tessuti presentano una permeabilità molto più bassa ma comunque accettabile per dei tessuti sportivi. Il campione con permeabilità più bassa è Lavitus di Outlast, che è anche il più spesso (composto da tre strati).

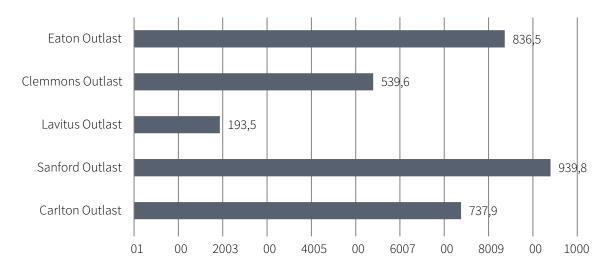


Fig 34: Grafico test permeabilità all'aria materiali Outlast.

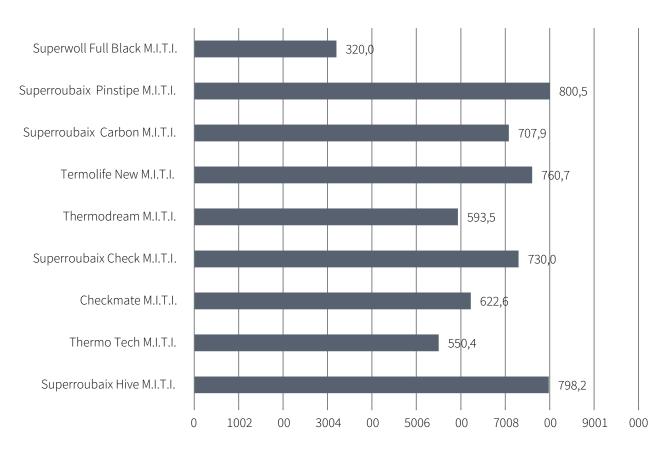


Fig 35: Grafico test permeabilità all'aria materiali MITI.

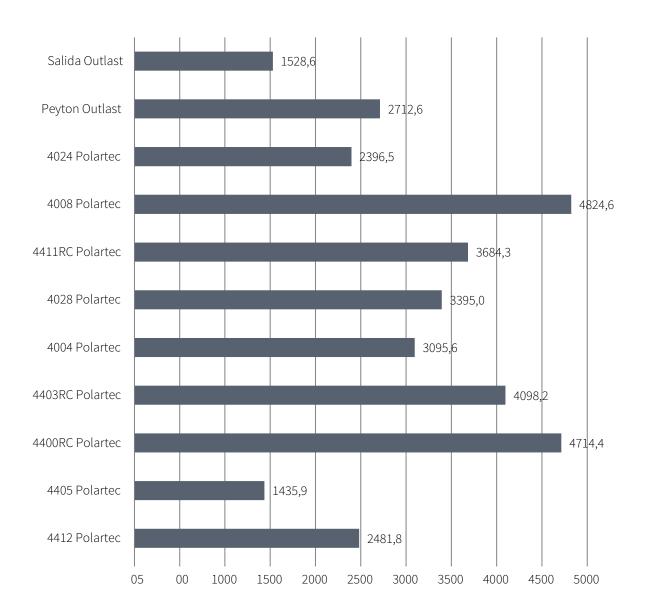


Fig 36: Grafico test permeabilità all'aria imbottiture Polartec e Outlast.

6.3 Moisture Management Test

Tra il giorno 30/06/2020 e il giorno 07/07/2020 sono stati analizzati 25 campioni di tessuto tramite Moisture Management Test (MMT) secondo norma AATCC Test Method 195-2011. Il test valuta il "Liquid Moisture Management", cioè la gestione del sudore liquido, di un tessuto secondo la norma americana AATCC 195-2011 "Liquid Moisture Management of Textile Fabrics" e prevede l'utilizzo dello strumento Moisture Management Tester - MMT (SDL Atlas, UK).

Questo metodo di prova serve per misurare, valutare e classificare le proprietà di gestione dell'umidità liquida dei tessuti. Il test produce misurazioni obiettive delle proprietà di gestione dell'umidità liquida di tessuti a maglia, tessuti e non tessuti per valutare la capacità del tessuto di assorbire il liquido e trasferirlo sul lato esterno del capo d'abbigliamento e facilitarne l'evaporazione. I risultati ottenuti si basano sulle caratteristiche di resistenza all'acqua, idrorepellenza e assorbimento d'acqua della struttura del tessuto.

I tessuti vengono sottoposti al test dopo essere stati ambientati per 24 ore alle condizioni standard previste dalla norma ASTM D1776 a 20±1°C e 65±2 % RH.

6.3.1 Procedimento

Si prepara la soluzione di prova sciogliendo 9 g di cloruro di sodio in 1 l di acqua distillata. La soluzione di prova viene utilizzata per fornire un mezzo conduttivo per i sensori dello strumento e aiuta la misurazione dei cambiamenti di conducibilità elettrica.

Le proprietà di gestione dell'umidità del liquido di un tessuto vengono valutate posizionando un campione di tessuto tra due sensori elettrici orizzontali, uno superiore e uno inferiore. Il campione del tessuto deve essere posizionato con la faccia interna a contatto con il sensore elettrico superiore all'interno dell'apparecchio, poiché una quantità predeterminata di soluzione di prova viene fatta cadere al centro della superficie di prova rivolta verso l'alto. La pompa rilascia la soluzione salina per 20 secondi e per altri 100 i sensori continuano a registrare l'espansione della soluzione sul tessuto.

La soluzione di prova è libera di muoversi in tre direzioni:

- diffusione radiale sulla superficie superiore,
- movimento attraverso il campione dalla superficie superiore alla superficie inferiore,
- diffusione radiale sulla superficie inferiore del campione.

Durante il test, vengono misurate e registrate le variazioni della resistenza elettrica del campione. Le letture della resistenza elettrica vengono utilizzate per calcolare le variazioni del contenuto di umidità del liquido del tessuto. Il programma utilizza indici predeterminati per quantificare il processo di gestione del liquido.

- absorption rate (AR): velocità media di assorbimento del liquido dell'interno (top) e dell'esterno

(bottom) del campione durante la fase iniziale del test;

- wetting time (WT): tempo impiegato in secondi per permettere alle superfici top e bottom del campione diiniziare a bagnarsi dopo la partenza del test.
- spreading speed (SS): velocità di trasporto radiale dal punto di caduta della soluzione salina al massimo raggio di bagnatura del tessuto;
- accumulative one-way transport capability (R): trasporto del liquido dall'interno all'esterno, sulla base della differenza dell'area bagnata delle due superfici (Area bottom-Area top) rispetto al tempo;
- overall liquid moisture management capability (OMMC): indice della capacità complessiva di un tessuto di trasportare il liquido, calcolata dal sistema sulla base dei risultati ottenuti da 3 dei parametri misurati: AR bottom, SS bottom e R.

Il software compila automaticamente i valori medi per ciascuna unità di misura e i corrispettivi grade, calcolati rapportando i dati numerici in una scala da 1 a 5, dove 1 è la prestazione minore e 5 la migliore. I valori ottenuti rappresentano la media di 2 campioni dello stesso tessuto.

Indice		1	2	Grado 3	4	5
	Тор	< 120 No wetting	20 -119 Slow	5-19 Medium	3-5 Fast	< 3 Very Fast
	Bottom	< 120 No wetting	20 -119 Slow	5-19 Medium	3-5 Fast	< 3 Very Fast
Absorption rate (%/s)	Тор	0-9 Very slow	10-29 Slow	30-49 Medium	50-100 Fast	> 100 Very Fast
Absorption rate (70/s)	Bottom	0-9 Very slow	10-29 Slow	30-49 Medium	50-100 Fast	> 100 Very Fast
Max wetted rate (%/s)	Тор	0-7 No wetting	8-12 Small	13-17 Medium	18-22 Fast	> 22 Very Fast
	Bottom	0-7 No wetting	8-12 Small	13-17 Medium	18-22 Fast	> 22 Very Fast
Spreading speed (mm/s)	Top	0.0-0.9 Very slow	1.0-1.9 Slow	2.0-2.9 Medium	18-22 Fast	> 4.0 Very Fast
	Bottom	0.0-0.9 Very slow	1.0-1.9 Slow	2.0-2.9 Medium	18-22 Fast	> 4.0 Very Fast
One-way transport capability (R)		< -50 Poor	-50-99 Fair	100-199 Good	200-400 Very good	> 400 Excellent
Overall Moisture Management Capability (OMMC)		0.00-0.19 Poor	0.20-0.39 Fair	0.40-0.59 Good	0.60-0.80 Very good	> 0.80 Excellent

Fig 37: Tabella di riferimento dei valori grade da 1 a 5 del test.

In relazione ai risultati ottenuti, il sistema fornisce delle rappresentazioni grafiche (Water location vs time e Finger Print) e un giudizio del materiale testato, suddividendo i tessuti in 7 categorie differenti, così identificate:

- Water proof fabric
- Water repellent fabric
- Slow absorbing and slow drying fabric
- Fast absorbing and slow drying fabric
- Fast absorbing and quick drying fabric
- Water penetration fabric
- Moisture management fabric

6.3.2 Risultati

		Wetting Time (sec)	Wetting Time (sec)	Absorption Rate(%/sec)	Absorption Rate(%/sec)	Wetted Radius (mm)	Wetted Radius (mm)	Spreading Speed (mm/sec)	Spreading Speed (mm/sec)	Accumulative one-way transport index(%)	оммс
		Тор	Bottom	Тор	Bottom	Top Max	Bottom Max	Тор	Bottom		
Carlton Outlast	Avarage Value	3,5	39,9	34,9	18,8	5,0	5,0		0,1	-49,9	0,0
curtion outlast	Grade	4,3	2,3	2,8	2,0	1,0	1,0	1,8	1,0	1,3	1,0
	Avarage Value	2,5	120,0	36,8	0,0	5,0	0,0	1,9	0,0	-777,4	0,0
Clemmons Outlast	Grade	5,0	1,0	3,0	1,0		1,0	2,3		1,0	1,0
Lavitus Outlast	Avarage Value	5,1	4,5	23,3	45,7	12,5	17,5	2,2	2,6	356,4	0,7
Lavitus Outlast	Grade	4,0	3,8	2,0	3,3	2,5	3,5	2,8	3,0	4,3	3,8
	Avarage Value	_ 3,1	95,3	_ 29,8 _	_ 105,9 _	5,0				325,2	
Eaton Outlast	Grade	_ 4,8	1,5	_ 2,5	_ 3,0 _				1,0	1,3	1,5
Sanford Oulast	Avarage Value	6,3	120,0	41,5	_ 0,0 _	5,0		0,8	0,0	-713,4	
Jamora Outast	Grade	_ 3,5	1,0	_ 3,3 _	_ 1,0 _			1,0	1,0	1,0	1,0

Fig 38: Risultati moisture management test dei materiali Outlast.

		Wetting Time (sec) Top	Wetting Time (sec) Bottom	Absorption Rate(%/sec) Top	Absorption Rate(%/sec) Bottom	Wetted Radius (mm) Top Max	Wetted Radius (mm) Bottom Max	Spreading Speed (mm/sec) Top	Spreading Speed (mm/sec) Bottom	Accumulative one-way transport index(%)	ОММС
	Avarage Value		120,0	 59,7	0,0	5,0				-657,2	0,0
Checkmate MITI	Grade	3,5	1,0	3,8	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0
Superroubaix Carbon	Avarage Value	5,4	120,0	41,5	0,0	5,0	0,0	0,9	0,0	-637,2	0,0
MITI	Grade	3,5	1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Community in the MITH	Avarage Value	8,1	120,0	97,1	0,0	5,0	0,0	0,6	0,0	-690,3	0,0
Superroubaix Hive MITI	Grade	3,5	1,0	4,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Superroubaix Check MITI	Avarage Value	6,1	120,0	91,2	0,0	5,0	0,0	0,8	0,0	-694,2	0,0
superroubaix check Milit	Grade	3,5	1,0	4,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Superroubaix Pinstripe	Avarage Value	_ 7,1	120,0	84,3	_ 0,0 _	5,0			0,0	679,4	0,0 _
MITI	Grade	3,5		4,3							1,0
uper Wool Full Black MITI	Avarage Value	_ 4,0	120,0	46,2	_ 0,0 _	5,0	0,0		0,0	717,0	0,0
uper Woot Full black MITT	Grade	_ 4,0		3,3	_ 1,0 _		_ 1,0		1,0	1,0	1,0 _
Thermodream MITI	Avarage Value	2,3	1,9	30,4	45,9	20,0	25,0	4,4	6,0	415,0	0,8
THE THIO GIVE AND THE THE	Grade	5,0	5,0	2,5	3,3	4,0	5,0	4,8	5,0	5,0	5,0
Thermolife new MITI	Avarage Value	9,0	102,0		52,7	5,0	2,5	0,5	0,0	515,4	0,1 _
	Grade	3,3	1,5	4,8	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
The same As all MITI	Avarage Value	3,9	120,0	55,8	0,0	5,0	0,0	1,3		712,0	0,0
Thermo-tech MITI	Grade	4,0	1,0	3,5	1,0	1,0	1,0	1,8	1,0	1,0	1,0

Fig 39: Risultati moisture management test dei materiali MITI.

		Wetting Tim	e Wetting Time	Absorption	Absorption	Wetted Radius	Wetted Radius	Spreading Speed	Spreading Speed	Accumulative one-way transport	ОММС
		(sec)	(sec)	Rate(%/sec)	Rate(%/sec)	(mm)	(mm)	(mm/sec)	(mm/sec)	index(%)	
		Тор	Bottom	Тор	Bottom	Top Max	Bottom Max	Тор	Bottom		
440DC Delevite	Avarage Value	— — — 82,7	43,5	22,0	24,6	1,7	3,3	0,2	0,7	279,5	0,4
440RC Polartec	Grade	1,0	3,5	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	3,5
	Avarage Value	62,1	62,4	26,3	23,6	2,5	2,5	0,6	0,5	-73,3	0,3
4004 Polartec	Grade	2,5	2,3	2,3	2,3	1,0	1,0	1,3	1,0	3,0	2,3
4008 Polartec	Avarage Value	65,6	62,8	76,5	25,3	2,5	2,5	0,2	0,4	-1,5	0,3
4008 Polartec	Grade	2,0	2,3	3,0	2,3	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	2,3
	Avarage Value	6,6	120,0	119,7	0,0	5,0	0,0	1,6	0,0	843,3	_0,0
4024 Polartec	Grade	4,0	1,0	4,5	1,0	1,0	1,0	2,3	1,0	1,0	1,0
4028 Polartec	Avarage Value	61,2	61,8	26,3	24,4	2,5	2,5	1,0	0,7	69,3	0,3
4028 Polar lec	Grade	3,0	2,5	_ 2,3 _	2,3	1,0		1,8	1,5	3,0	_2,3
1403RC Polartec	Avarage Value	66,9	61,0	96,8	20,4	2,5		0,2	1,2	53,3	0,4
1403RC Polartec	Grade		3,0	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	2,5
4405 Polartec	Avarage Value	61,5	63,5	22,8	21,9	2,5	2,5	0,8	0,4	-37,1	0,3
4405 Polartec	Grade	2,8	2,3	2,3	2,0	1,0	1,0	1,5	1,0	3,0	2,3
4411RC Polartec	Avarage Value	8,9	120,0	89,4	0,0	5,0		0,6		-798,9	0,0
7711KC I Oldi tee	Grade	3,3	1,0	4,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Avarage Value	5,7	13,0	31,0	30,9	5,0	5,0	0,9	0,6	218,2	0,3
4412 Polartec	Grade	3,5	3,0	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	2,3
Davidan Outlant	Avarage Value	4,3	4,1	37,8	42,8	10,0	10,0	1,7	1,7	73,4	0,3
Peyton Outlast	Grade	4,0	4,0	3,0	3,3		2,0	2,3	2,3	2,3	2,0
	Avarage Value	9,1	120,0	46,7	0,0	5,0	0,0	0,6	0,0	-613,3	0,0
Salida Outlast	Grade	3,3	1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0

Fig 40: Risultati moisture management test dell'imbottiture Polartec e Outlast.

Dal test emerge che imbottiture come tutti i campioni Polartec e i due Peyton e Salida di Outlast, qui presentano un comportamento particolare, poiché essendo tessuti sintetici e per questo repellenti all'acqua, non gestiscono in nessun modo il sudore.

La goccia d'acqua, nel corso dei vari test, a volte può trapassare direttamente la maglia, se questa presenta una maglia abbastanza larga. In altri tentativi invece rimane sul tessuto senza trapassarlo.

Gli altri campioni sono per lo più tessuti repellenti e water proof, a parte il Thermodream di MITI che ha una buona gestione del sudore in confronto agli altri tessuti della stessa linea Thermal.

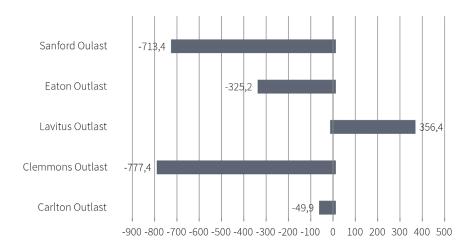


Fig 41: Accumulative one-way transport index(%) Avarage Value materiali Outlast.

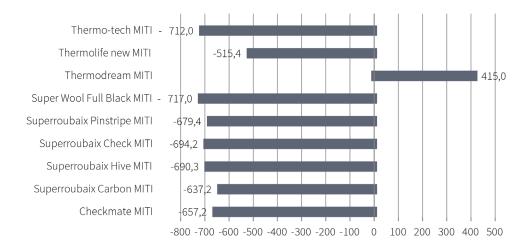


Fig 42: Accumulative one-way transport index(%) Avarage Value materiali MITI.

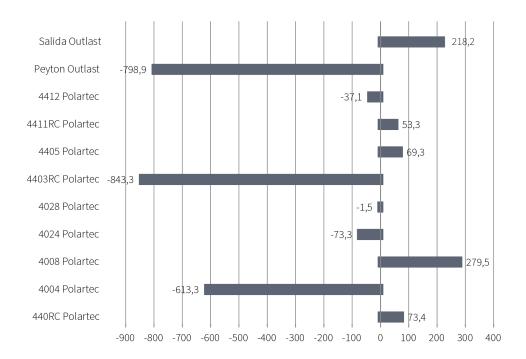


Fig 43: Accumulative one-way transport index(%) Avarage Valueimbottiture Polartec e Outlast.

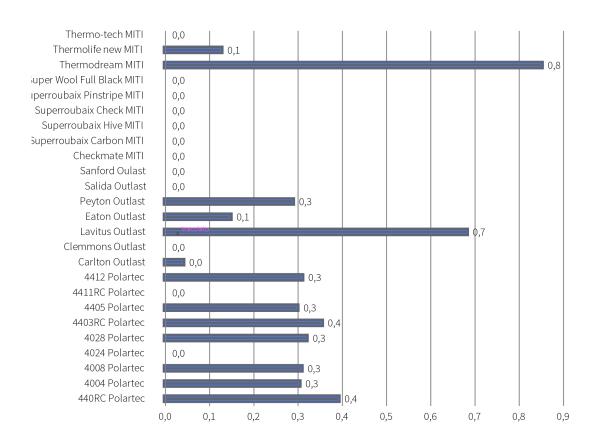
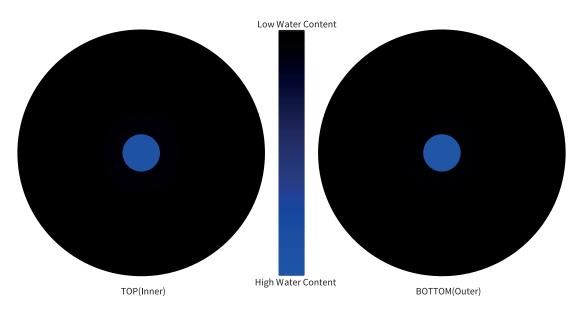


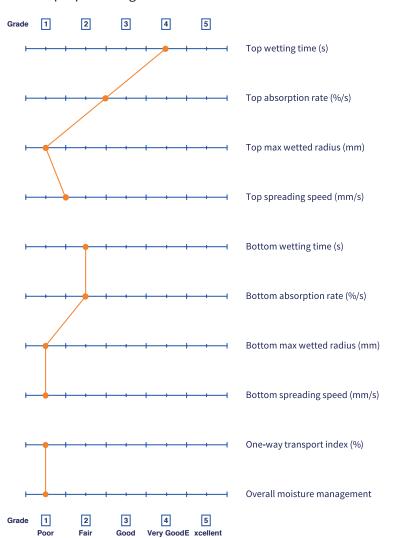
Fig 44: Overall liquid moisture management capability (OMMC) Avarage Value.



Carlton Outalst Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

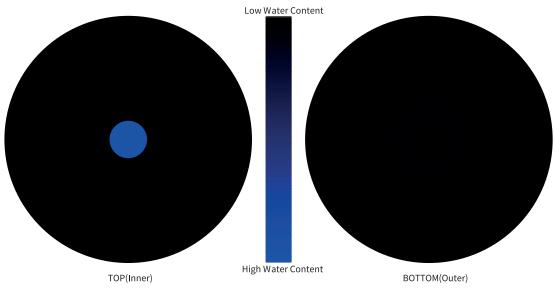


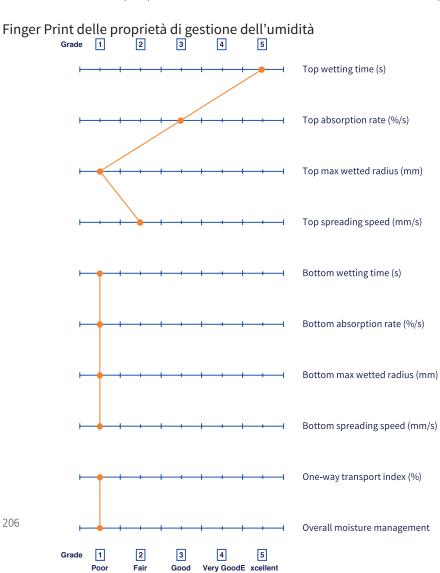
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



This is water repellent fabric

Clemmons Outlast Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

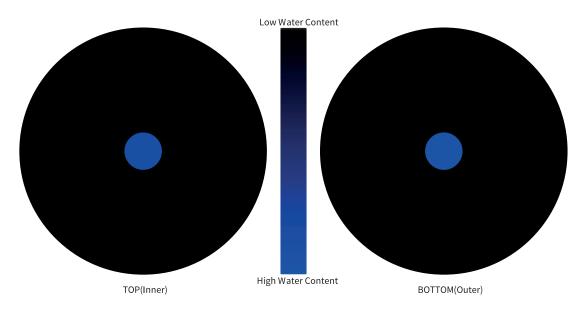




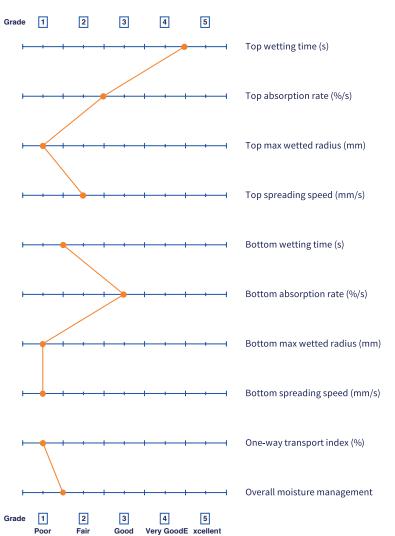
This is water proof fabric

Poor

Eaton Outalst Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

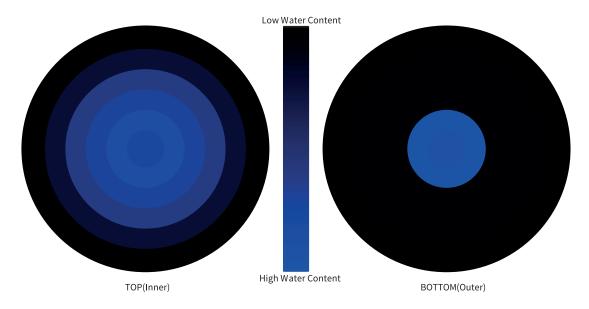


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

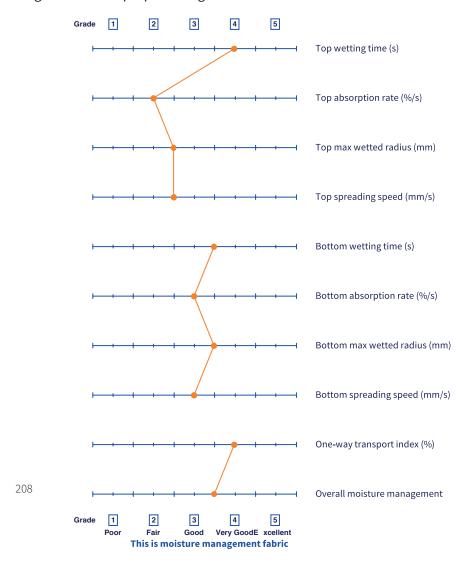


This is water repellent fabric

Lavitus Outlast Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

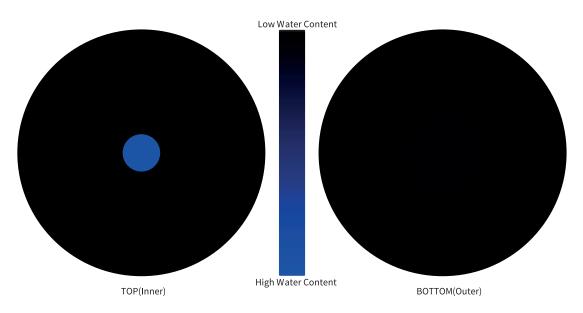


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

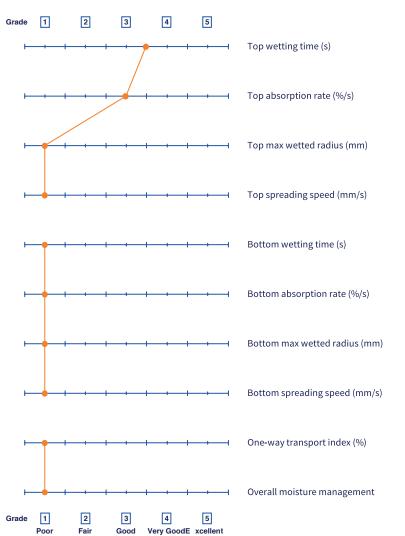


209

Sanford Outalst Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

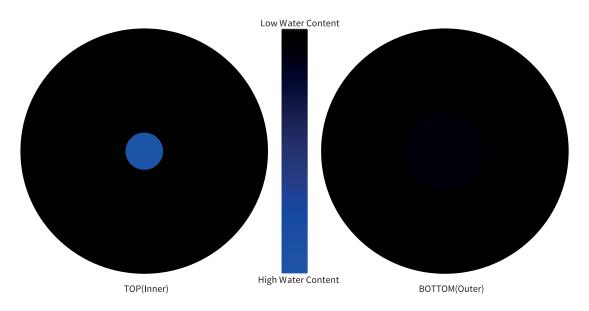


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

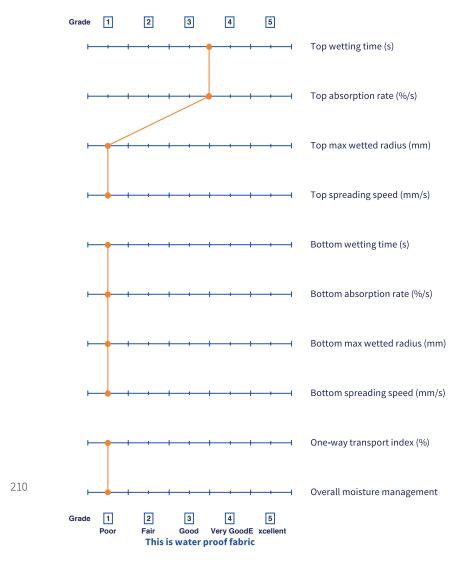


This is water proof fabric

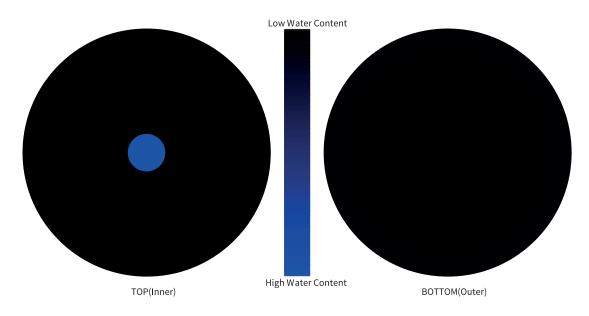
Checkmate M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



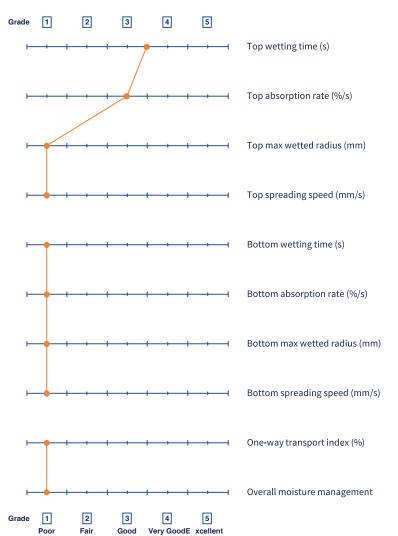
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



Superroubaix Carbon M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

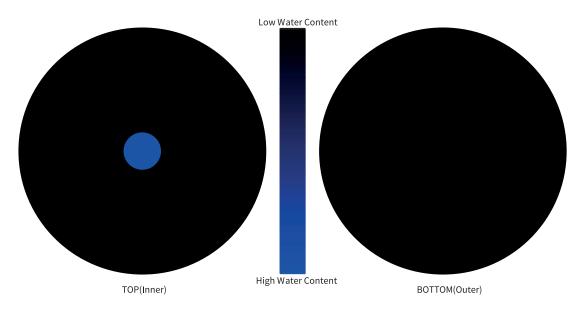


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

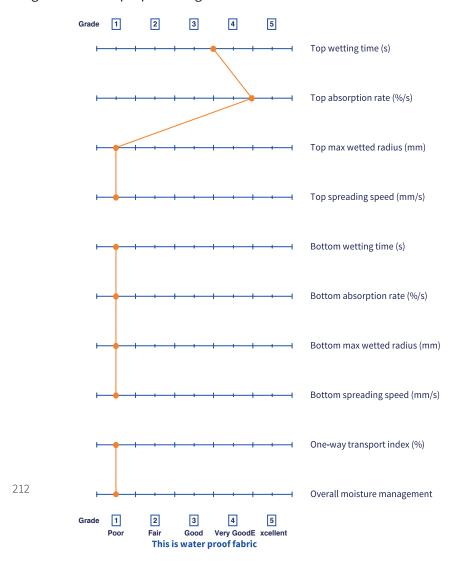


This is water proof fabric

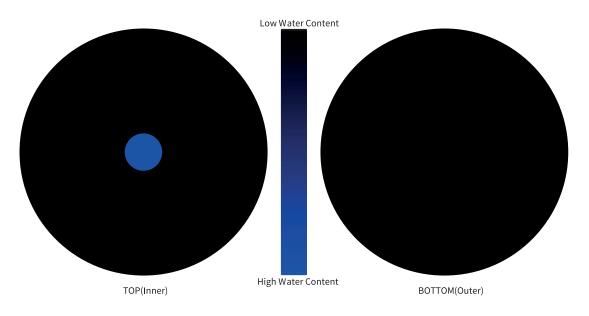
Superroubaix Check M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



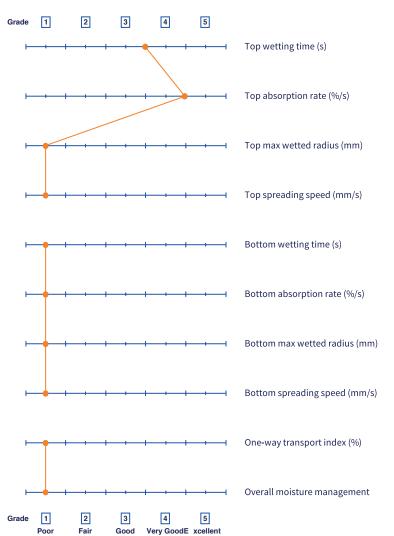
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



Superroubaix Hive M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

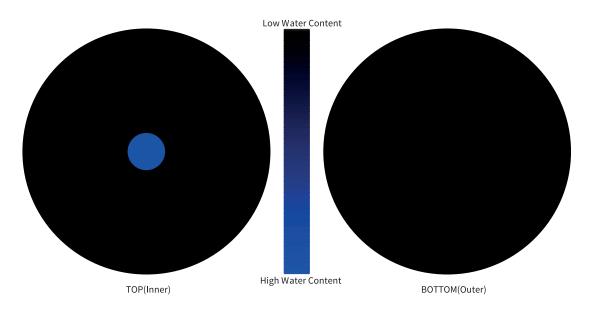


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

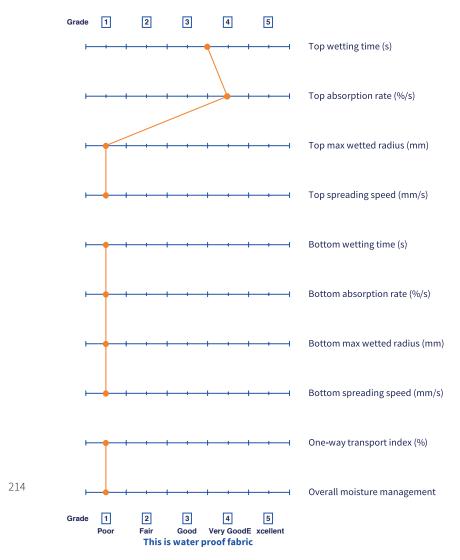


This is water proof fabric

Superroubaix Pinstripe M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

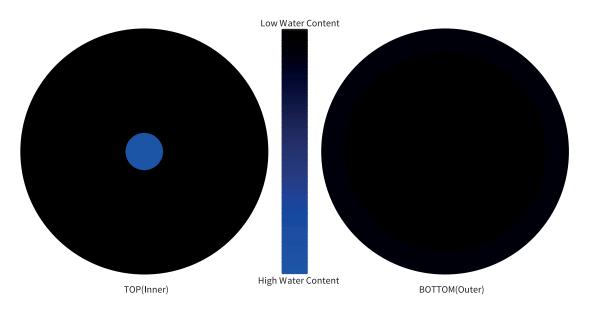


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

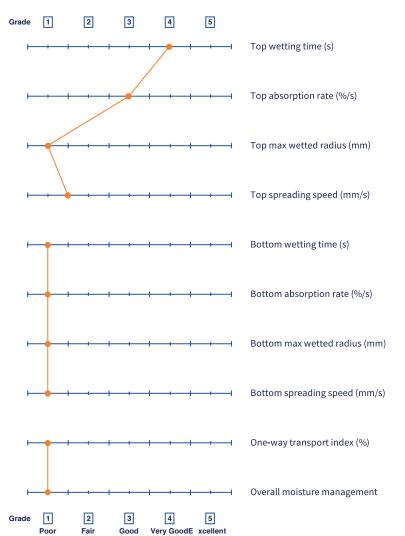


215

Superwool full black M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

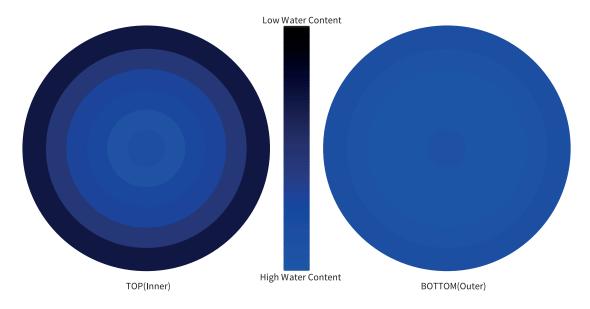


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

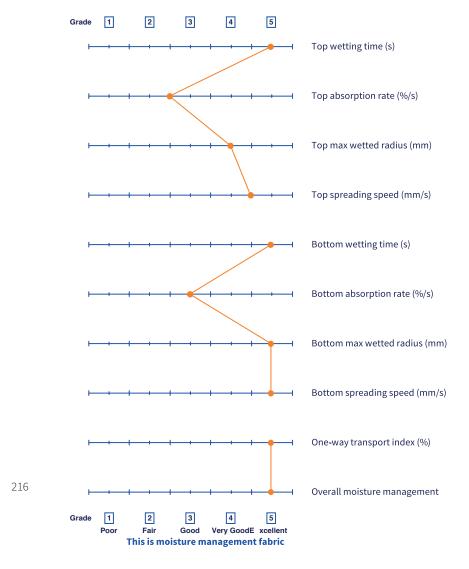


This is water proof fabric

Thermodream M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

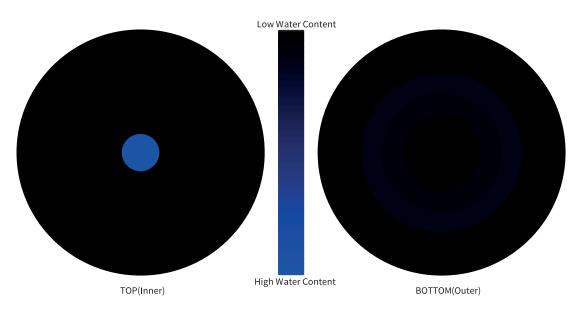


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

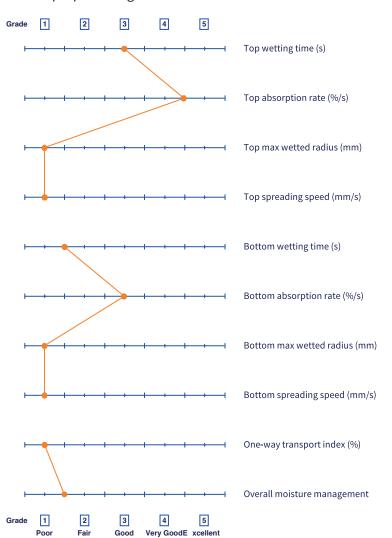


217

Thermolife M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

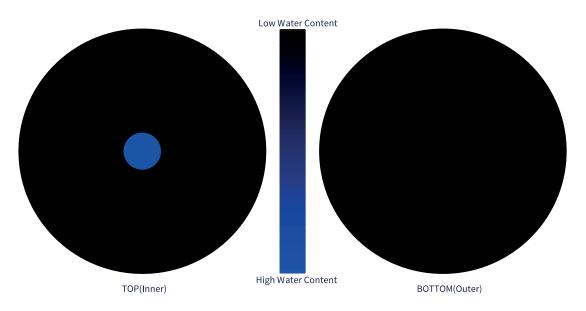


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

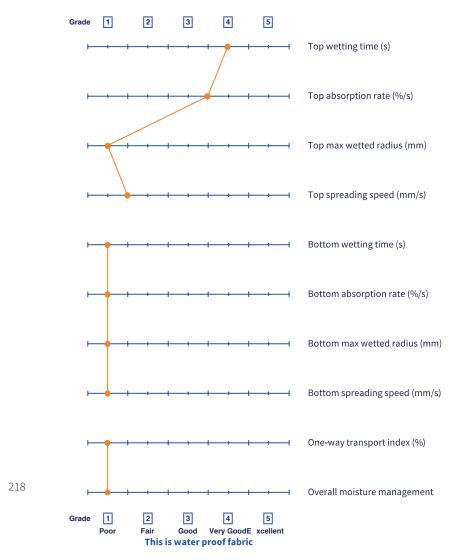


This is water repellent fabric

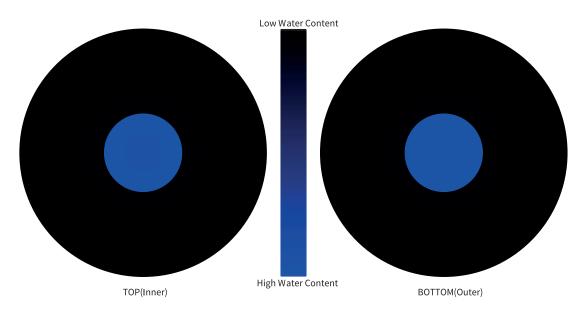
Thermo-tech M.I.T.I. Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



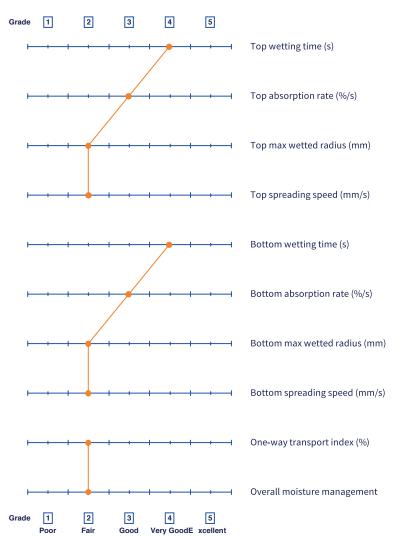
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



Peyton Outlast Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

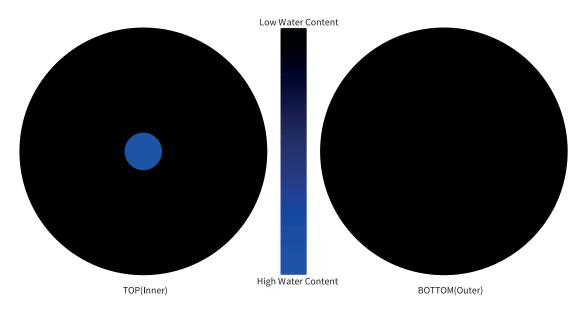


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

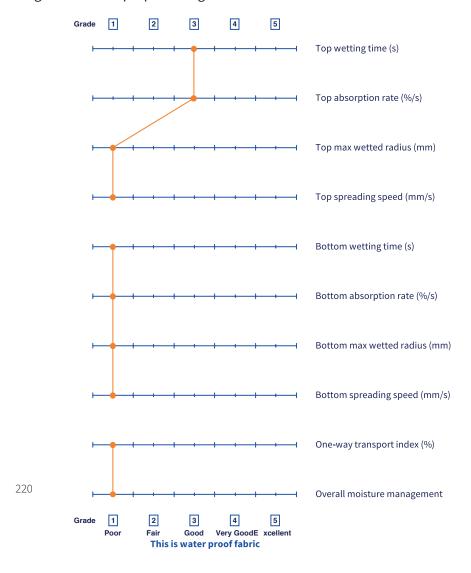


This is fast absorbing and slow drying fabric

Salida Outalst Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

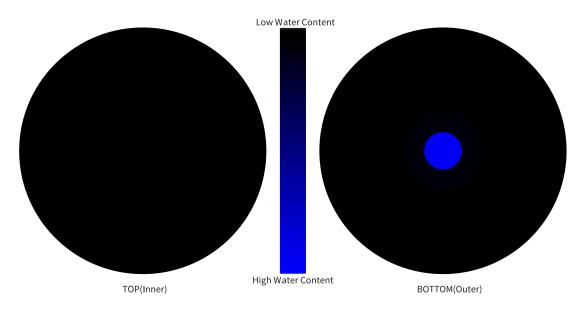


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

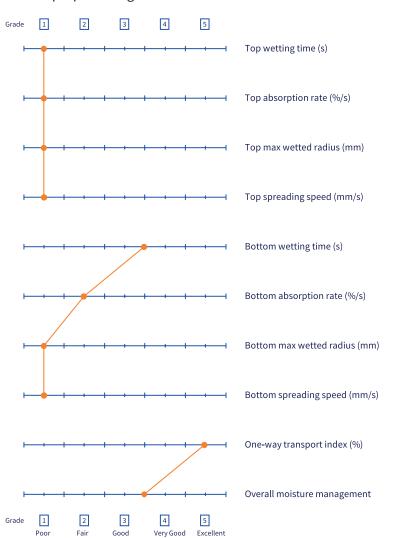


221

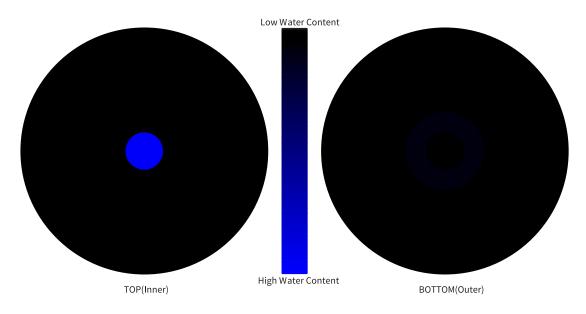
440RC Polartec Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



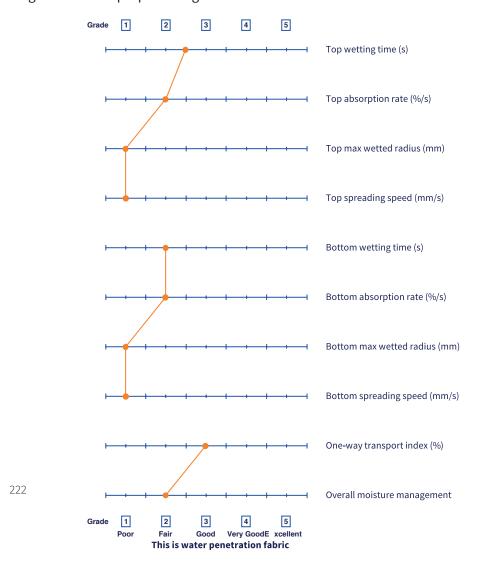
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



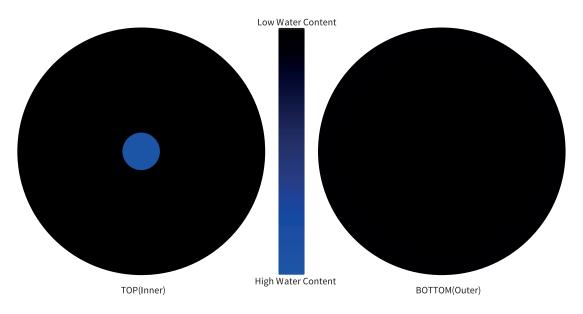
4004 Polartec Capacità di gestione dell'umdità del tessuto



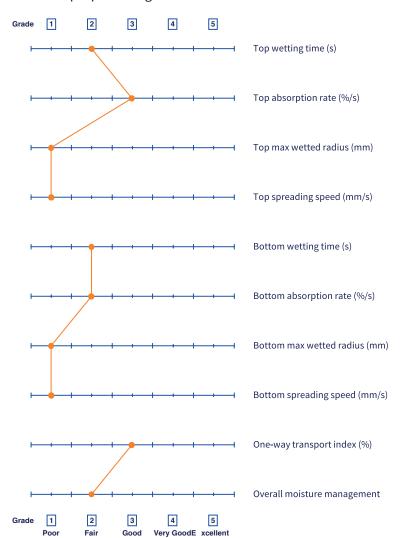
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



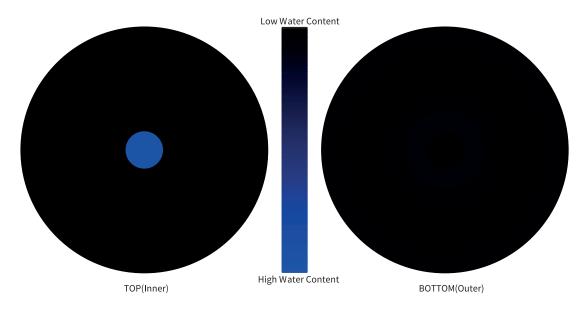
4008 Polartec Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



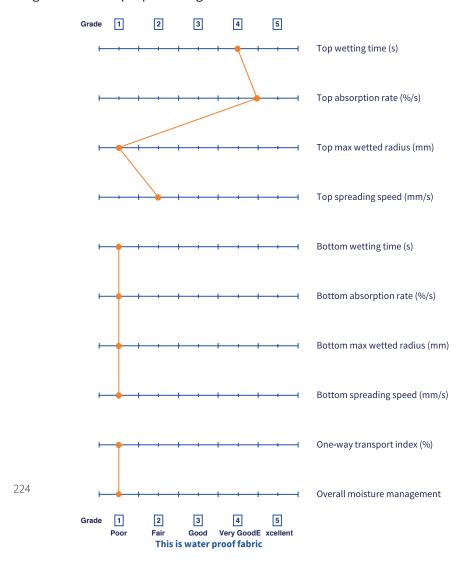
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



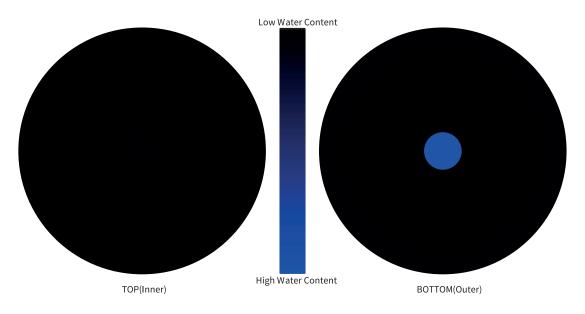
4024 Polartec Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



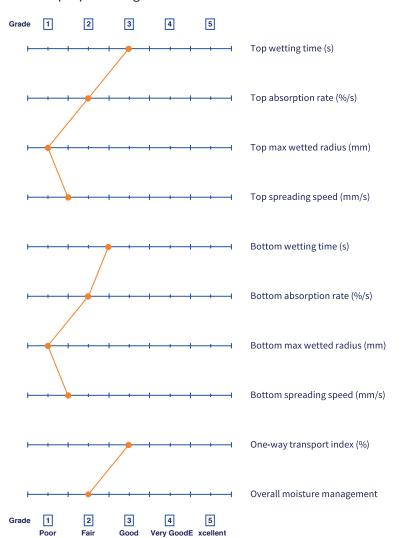
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



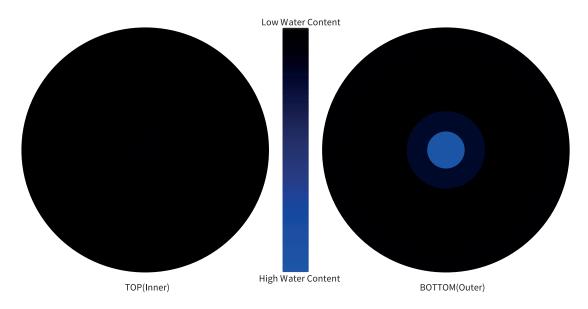
4028 Polartec Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



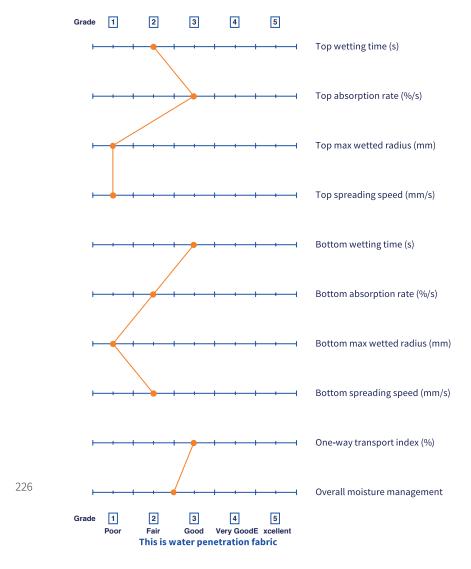
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



4403RC Polartec Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

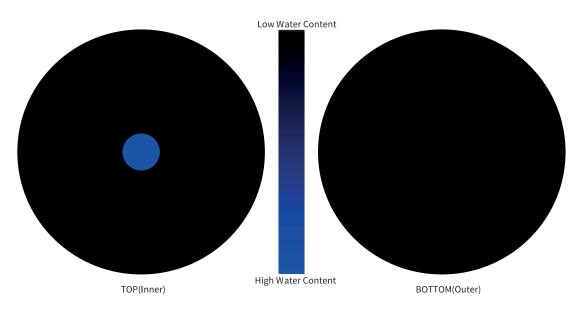


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

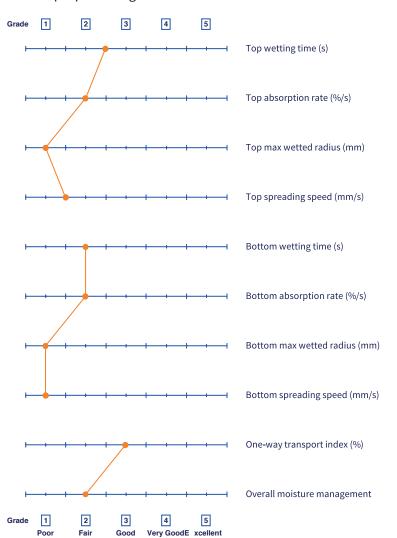


227

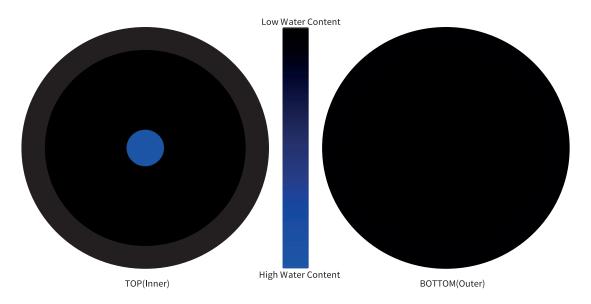
4405 Polartec Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



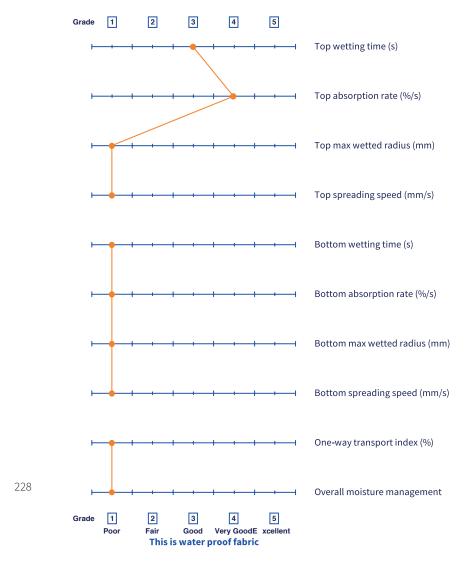
Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



4411RC Polartec Capacità di gestione dell'umidità del tessuto

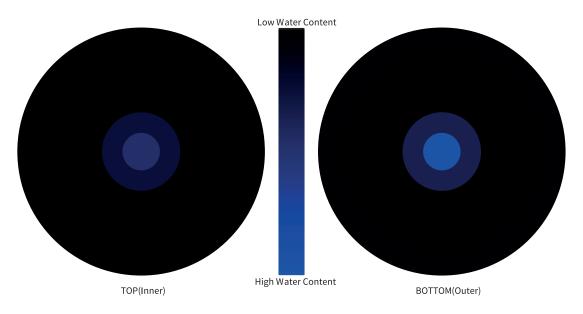


Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità

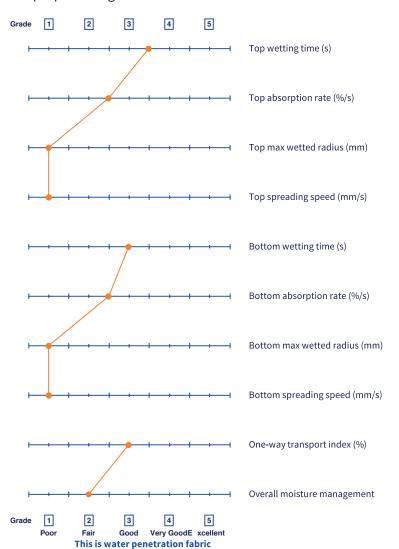


229

4412 Polartec Capacità di gestione dell'umidità del tessuto



Finger Print delle proprietà di gestione dell'umidità



6.4 Valutazione della dispersione planare del calore

Il test è stato eseguito sui materiali Outlast più il Superwoll Full black di M.I.T.I.. Il test ha una durata di 60 minuti e viene eseguito grazie all'utilizzo di quattro sensori di temperatura del Datalogger MSR147WD disposti sui campioni di tessuti. Lo scopo del test è valutare la reazione dei tessuti contenenti PCM, paragonandoli tra di loro e capire quali sono i più efficienti nella gestione del calore.

6.4.1 Procedimento

I tessuti, dopo essere stati climatizzati in camera climatizzata secondo gli stessi parametri dei test precedenti, vengono disposti a due a due su un pannello di materiale isolante.

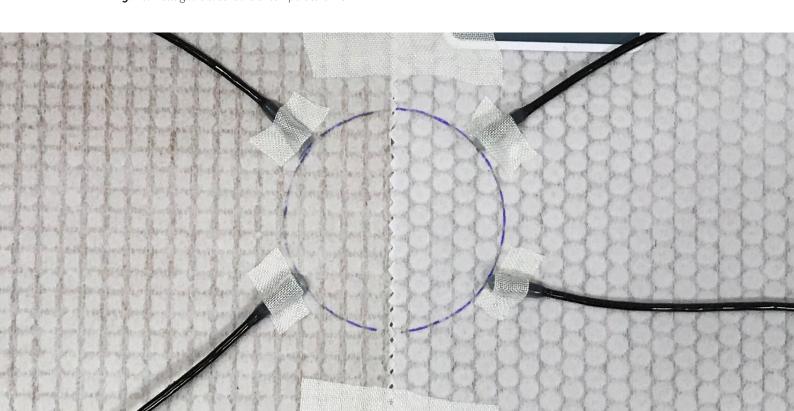
Un corpo metallico del peso di 2 kg è stato riscaldato alla temperatura di 40°C in stufa per 24 ore e successivamente disposto a contatto con i due tessuti in corrispondenza di un'area che attraversa entrambi i tessuti. I sensori vengono disposti radialmente all'esterno dell'area riscaldata dal corpo caldo e misurano la superficie del tessuto. Essi hanno un'accuratezza di 0.2 °C nel range -10/+50°C.

Parametri misurati	Range di lavoro	Accuratezza	velocità di stoccaggio
Temperatura-	40+125°C	0.2 °C (-10+50 ° C	1/s ogni 12h
		±1°C(-40+125°C)	

Fig. 45: Accuratezza di misura dei sensori di temperatura



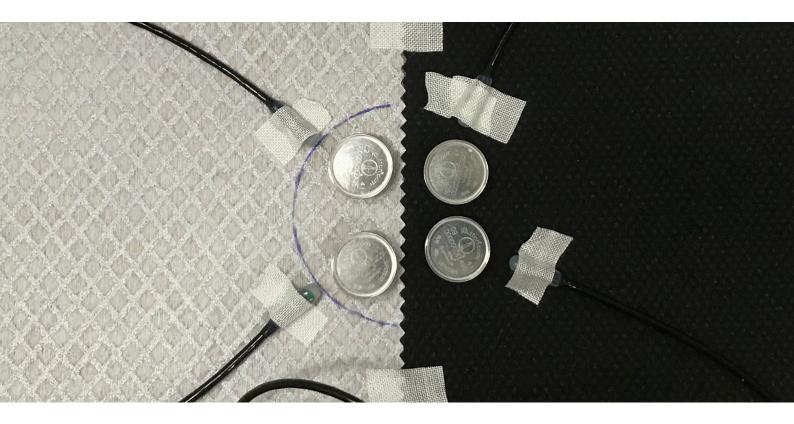
Fig. 46: Dettaglio del sensore di temperatura MSR147WD





Corpo metallico riscaldato a 40°C posto a contatto con i tessuti accoppiati

Il corpo caldo è mantenuto a contatto con i tessuti per 20 minuti. Successivamente viene rimosso e la temperatura della superficie dell'area di contatto con il corpo caldo viene misurata posizionando quattro sensori di temperatura I-botton DS1923 in quattro punti diversi di quest'area.



Sensori I-button DS1923 utilizzati per la misura della temperatura dell'area a contatto con il corpo caldo (dopo la rimozione del corpo stesso).

6.4.2 Risultati

Nei grafici seguenti si riportano le temperature acquisite dai sensori MSR147DW nell'area esterna all'area del peso, durante la prima fase del test (con il corpo caldo a contatto con i tessuti accoppiati). La curva è ottenuta dalla media delle temperature acquisite dai due sensori a contatto con ciascun tessuto. Al minuto "0" il corpo caldo viene appoggiato nell'area delimitata e al minuto "20" il corpo caldo viene rimosso. I sensori continuano a registrare le temperatura lungo tutto l'esperimento per un totale di 60 minuti.

Eaton e Clarton Outlast



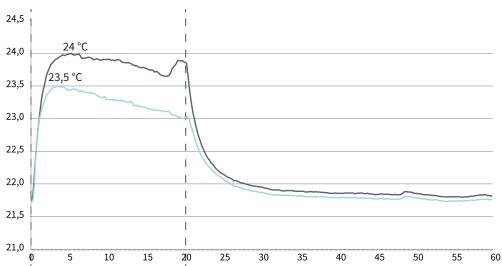


Fig. 47: Misura della temperatura dell'area esterna all'appoggio del corpo caldo

La temperatura per l'area esterna rilevata dai sensori, esterna al corpo caldo, è maggiore per Eaton Outlast rispetto a Clarton, dimostrando che il calore del corpo caldo si trasferisce più efficacemente per questo tessuto.

Ciò è sicuramente dovuto alla **quantità di PCM contenuti nei due diversi tessuti.** Probabilmente Eaton, TNT al 100% PES, contiene più PCM del suo compagno Clarton, anch'esso tessuto 100% PES. Quantitativamente, la differenza di temperatura tra i due tessuti tra il minuto "0" e il minuto "20" è pari a 0.5°C.

L'andamento ondulatorio dei grafici è dovuto alle normali oscillazioni di temperatura ambientale, determinate dal sistema di controllo di temperatura della camera climatica, all'interno della quale è stato svolto il test.

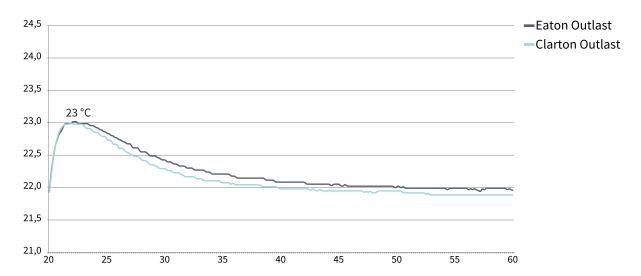


Fig. 48: Misura della temperatura all'interno dell'area di contatto

Il secondo grafico riporta la temperatura acquisita dai **sensori I-button DS1923** all'interno dell'area di contatto tra corpo caldo e tessuto dal minuto "20" al minuto "60".

La temperatura media misurata dai due sensori posizionati su i due tessuti, è molto simile in questa seconda fase del test. Questo comportamento è dovuto al fatto che i due tessuti, entrambi 100% PES, se non a contatto con una fonte di calore, non dimostrano particolari caratteristiche al di là di un normale PES. Infatti i PCM si attivano solo a contatto con un aumento di temperatura (la pelle ad esempio).

Sanford e Clemmons Outlast

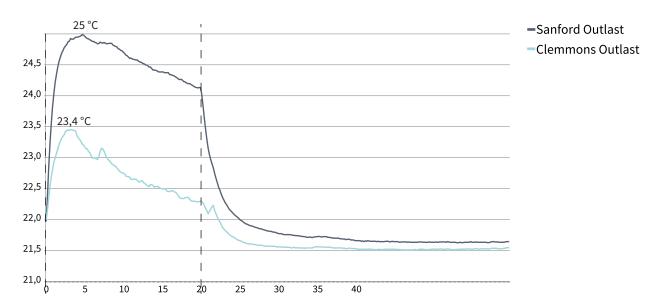


Fig. 49: Misura della temperatura dell'area esterna all'appoggio del corpo caldo

La temperatura rilevata dell'area esterna al corpo caldo è maggiore per Sanford Outlast rispetto al Clemmons. I due tessuti, entrambi in 100% PES, sono abbastanza simili sia alla vista che alla mano. Sanford si presenta più sottile, ma nonostante questa simile apparenza, Sanford probabilmente contiene molti più PCM rispetto al Clemmons.

Quantitativamente, la differenza di temperatura tra i due tessuti tra il minuto "0" e il munito "20" è pari a 1.7 °C. Un numero davvero interessante.

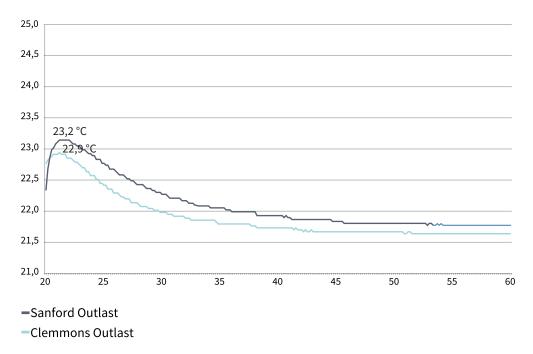
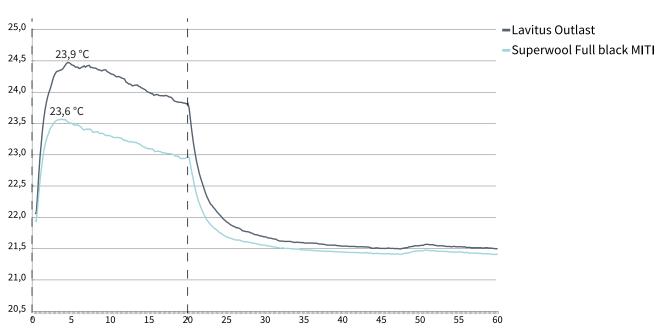


Fig. 48: Misura della temperatura all'interno dell'area di contatto

Anche in questo caso, il grafico riporta la temperatura media acquisita dai due sensori posizionati su ciascuno dei due tessuti.

Anche in questa seconda fase del test, i due tessuti presentato una conducibilità termica differente sostanziale. Sanford continua a mantenere una temperatura leggermente più alta anche dopo aver riposto il corpo caldo.

La differenza di temperatura tende a smorzarsi nel tempo, man mano che i due tessuti si portano in equilibrio con l'ambiente.



Lavitus Outlast e Superwoll Full Black MITI

Fig. 49: Misura della temperatura dell'area esterna all'appoggio del corpo caldo

Per questo ultimo test si è scelto di accoppiare un tessuto con PCM, Lavitus, ad uno senza, **Superwool Full black di MITI.** I due tessuti hanno entrambi una mano molto morbida e uno spessore simile, ma Lavitus è un 100% PES con uno strato di PCM, mentre Superwool è composta dal 56% di Nylon, 32% di lana vergine e 12% di Elastane.

La temperatura rilevata dell'area esterna al corpo caldo è maggiore per Lavitus Outlast rispetto al Superwool.

Quantitativamente, la differenza di temperatura tra i due tessuti tra il minuto "0" e il minuto "20" è pari a 0.8 °C. E' sicuramente interessante apprendere che i tessuti con all'interno PCM hanno un comportamento decisamente diverso rispetto ai normali tessuti in PES o altri materiali sintetici. La conducibilità termica è molto importante nella termoregolazione della pelle durante l'attività sportiva e per il comfort termico.

6.4.3 Confronto

	Temp media °C 0-20 min Msr	Temp media °C 20-60 min Msr	Temp media °C 20-60 min I-buotton
Eaton Outlast	23,8	22,0	22,2
Clarton Outlast	23,2	21,9	22,2
Sanford Outlast	24,5	21,8	22,1
Clemmons Outlast	22,8	21,6	21,9
Lavitus Outlast	24,1	21,7	22,0
Superwool full black MITI	23,2	21,6	21,9

La tabella riporta le temperature medie dei sei campioni analizzati, secondo le due fasi dell'esperimento. Ricordiamo che nella seconda fase riportiamo i valori dei diversi tipi di sensori, sia MSR147WD, che I-button DS1923.

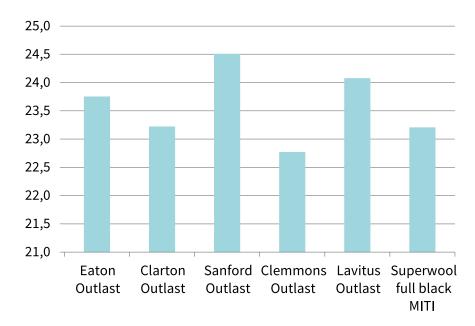


Fig. 50: Temperatura media °C 0-20 minuti Msr

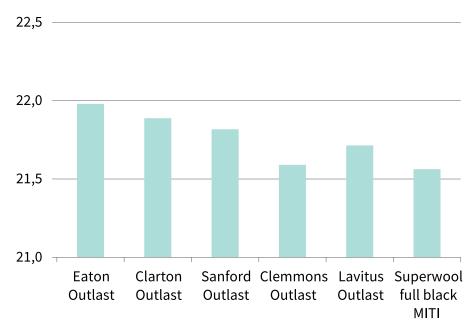


Fig. 51: Temperatura media °C 20-60 min Msr

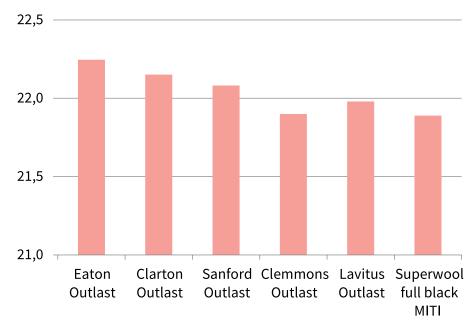


Fig. 52: Temperatura media °C 20-60 min I-button

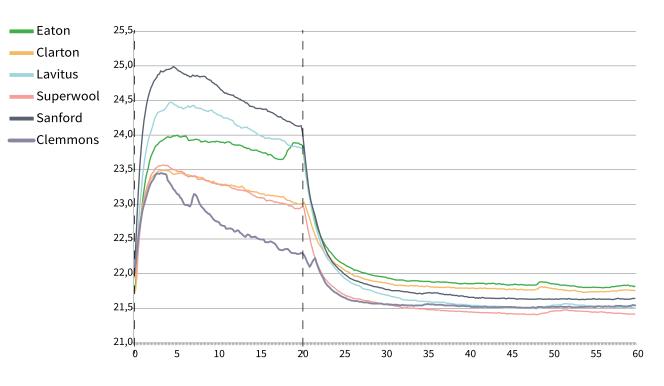


Fig. 53: Misura della temperatura dell'area esterna all'appoggio del corpo caldo

Per concludere il test, è possibile paragonare i vari tessuti analizzati tra di loro.

Sanford Outlast è il tessuto che conduce meglio il calore, con una media tra i primi 20 minuti del test di 24.5°C.

Al secondo posto abbiamo Lavitus Outlast con una temperatura media di 24.1 °C.

Di seguito c'è Eaton Outlast con 23.7 °C; Superwool Full black MITI con 23.2 °C; Clarton Outlast con 23.2 °C; e in fine Clemmons, con una temperatura media di 22.7 °C.

6.4.4 Conclusioni

I test eseguiti hanno permesso di conoscere proprietà dei campioni analizzati che possono influire sulla scelta del corretto tessuto da utilizzare per il concept proposto.

Per quanto riguarda il test della permeabilità all'aria, come ipotizzato, le imbottiture come i tessuti Polartec e i due Outlast, Peyton e Salida, sono quelle che riscontrano una permeabilità più alta, mentre gli altri tessuti presentano una permeabilità molto più bassa ma comunque accettabile per dei tessuti sportivi. Il campione con permeabilità più bassa è Lavitus di Outlast, che è anche il più spesso (composto da tre strati).

Il moisture management test è molto utile per capire la gestione dell'umidità liquida, cioè il sudore, e anche qui notiamo tessuti più prestanti e traspiranti e altri meno. Le imbottiture qui presentano un comportamento particolare, poiché essendo tessuti sintetici e per questo repellenti all'acqua, non gestiscono in nessun modo il sudore, ma se la maglia è molto larga, la goccia d'acqua può trapassare direttamente il tessuto.

Gli altri campioni sono per lo più tessuti repellenti e water proof, a parte il Thermodream di MITI che ha una buona gestione del sudore in confronto agli altri tessuti della stessa linea Thermal.

I grafici che riportano la temperatura acquisita dai sensori I-button DS1923 dimostrano molto bene la variazione di temperatura durante la transizione, ma questo effetto dura pochi minuti.

Il test della dispersione planare, eseguito sui tessuti Outlast, più un tessuto MITI, è stato molto utile per comprendere appieno le proprietà dei PCM. In effetti questi materiali si prestano moltissimo nella gestione della temperatura corporea. Essendo però, la maggior parte di questi tessuti, poco elastici e repellenti all'acqua, è importante svolgere un'accurata scelta e scendere a compromessi tra le varie caratteristiche di comfort che richiede l'abbigliamento sportivo. Come in tutti i capi d'abbigliamento è molto difficile ottenere il massimo comfort per tutti gli aspetti desiderati, come la gestione del calore, del sudore, la resistenza agli agenti atmosferici e la vestibilità. La proprietà dei PCM che più interessa al fine del progetto è la capacità di gestire gli sbalzi repentini di temperatura da freddo a caldo.



7. Prototipo

7.1 Foto e descrizione

Il prototipo è stato realizzato con i seguenti materiali:

- Thermodream MITI navy per le parti laterali, per le maniche e per la fascia anteriore bassa. Questo è un tessuto a maglia molto leggero con una buona capacità di gestione del sudore composta dal 49% in poliammode, 35% di poliestere, 16% di elastan. Tessuto molto elastico e fasciante che conferisce aderenza e facilità di movimento in punti come articolazioni e torsione del busto.
- 8064 Mitsui Bussan (Pertex) verde per il rivestimento esterno di torace, addome, spalle, parti laterali della schiena e cappuccio. Questo tessuto impermeabilizzato in poliammide riveste l'imbottitura interna e conferisce protezione dagli agenti esterni come pioggia e vento.
- 4234 Retina Hole Tessport spa elasticizzata nera per la parte posteriore. Questo materiale, composto da 85% poliestere e 15% elastan, traforato è molto leggero e traspirante e permette di gestire il sudore e il calore nella parte della schiena a contatto con lo zaino.
- 4004 Polartec Alpha, per le imbottiture, maglia a rete con tecnologia Polartec isolamento attivo molto leggera, traspirante, con grandi capacità termiche e di termoregolazione. Il tessuto è composto da 100% poliestere.
- Carlton Outlast nero per il rivestimento interno della giacca. Il tessuto è composta da uno strato di 100% poliestere e uno strato di silicone con microcapsule PCM. Il tessuto in maglia è molto leggero, traspirante e discretamente elastico. Tra i materiali analizzati è stato quello che più si prestava alla coerenza del capo progettato. La tecnologia Outlast è in grado di gestire il calore corporeo regolando la temperatura e gli sbalzi termici.
- Il cappuccio in Pertex è reso aderente tramite un elastico che corre lungo l'apertura.
- Il bordo manica è aderente e presenta un'apertura per il dito, al fine di conferire maggiore aderenza al corpo ed evitare fuoriuscite di aria dai polsi.
- Per l'orlo del fondo giacca è stato utilizzato un prepiegato.
- La cerniera zip frontale è nastrata, con linguetta protettiva interna.







7.2 Design del logotipo

Per il softshell si voleva scegliere un nome evocativo, che ricordasse l'ambiente ostile e maestoso della montagna innevata e che volesse suggerire uno spirito di esplorazione ed avventura. Il nome scelto è Nix Explorer: una combinazione originale di latino e inglese, per richiamare la solennità della lingua antica e la condivisione delle tradizioni, insieme alla dinamicità e alla freschezza dell'inglese.

"Nix" in latino significa "neve" (nix, nivis, f.) e vuole richiamare alla mente, con una semplice immagine, l'ambiente montano dello sci e dello scialpinismo; mentre "explorer" è l'esploratore in inglese: avventuriero e assetato di nuove esperienze e nuove conquiste. La metafora dell'esploratore vuole anche richiamare lo speciale materiale con PMC, utilizzato per le primissime volte nei tessuti, per gli esperimenti delle tute spaziali della NASA. Il collegamento tra l'esploratore dello spazio cosmico e dello spazio innevato a perdita d'occhio è molto poetico ed evocativo.

I font utilizzati per la parte scritta del logotipo sono un insieme di due font: Kiona regular e Azonix regular. E' stata sfruttata la "X" finale della prima parola per giocare sulla pronuncia della parola "explorer" omettendo graficamente la "e" e facendo coincidere la "x" di "nix" con la "x" di "explorer". La lettera nel centro viene valorizzata con un font (Azonix) diverso e con una grandezza visibilmente maggiore.

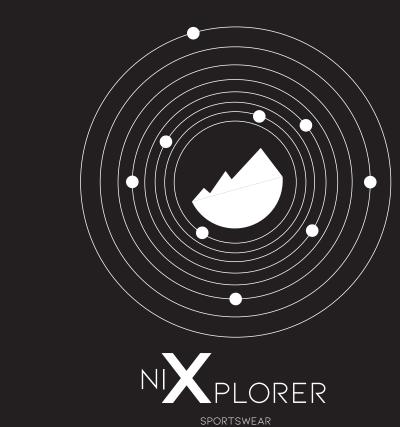
AZONIX REGULAR

"LOREM IPSUM DOLOR SIT AMET, CONSECTETUR ADIPISCING ELIT, SED DO EIUSMOD TEMPOR INCIDIDUNT UT LABORE ET DOLORE MAGNA ALIQUA. UT ENIM AD MINIM VENIAM, QUIS NOSTRUD EXERCITATION ULLAMCO LABORIS NISI UT ALIQUIP EX EA COMMODO CONSEQUAT. DUIS AUTE IRURE DOLOR IN REPREHENDERIT IN VOLUPTATE VELIT ESSE CILLUM DOLORE EU FUGIAT NULLA PARIATUR. EXCEPTEUR SINT OCCAECAT CUPIDATAT NON PROIDENT, SUNT IN CULPA QUI OFFICIA DESERUNT MOLLIT ANIM ID EST LABORUM."

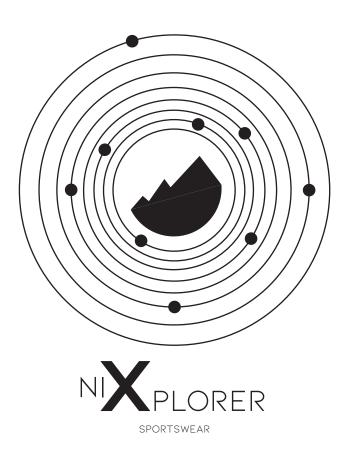
KIONA REGULAR

"LOREM IPSUM DOLOR SIT AMET, CONSECTETUR ADIPISCING ELIT, SED DO EIUSMOD TEMPOR INCIDIDUNT UT LABORE ET DOLORE MAGNA ALIQUA. UT ENIM AD MINIM VENIAM, QUIS NOSTRUD EXERCITATION ULLAMCO LABORIS NISI UT ALIQUIP EX EA COMMODO CONSEQUAT. DUIS AUTE IRURE DOLOR IN REPREHENDERIT IN VOLUPTATE VELIT ESSE CILLUM DOLORE EU FUGIAT NULLA PARIATUR. EXCEPTEUR SINT OCCAECAT CUPIDATAT NON PROIDENT, SUNT IN CULPA QUI OFFICIA DESERUNT MOLLIT ANIM ID EST LABORUM."









Gli otto cerchi concentrici rappresentano le otto orbite del sistema solare e al centro è disegnata la silhouette di una montagna. L'accostamento universo siderale e montagna viene ripreso anche nel disegno del logo e pretende di associare l'esploratore astronauta alla conquista del sistema solare, con l'esploratore sciatore, alla conquista di nuove vette. Il logo si sviluppa sulla base del cerchio, figura geometrica perfetta e la costruzione della figura è concava, con l'idea di attirare lo spettatore al centro della configurazione, dove è presente la montagna, palcoscenico dello sciatore alpinista.

I cerchi concentrici sono intervallati in modo ritmico, con una costanza progressiva tra di loro, andando verso l'esterno. Lo sguardo tende a completare la figura aggiungendo altri cerchi concentrici all'impostazione grafica, generando un movimento di espansione verso l'esterno; che ricorda metaforicamente l'eterno movimento espansivo dell'universo.

Da questa riflessione visiva, ne deriva una figura dinamica, esplosiva e fortemente evocativa: una metafora attraente e coinvolgente, che viene ulteriormente ripresa nel dualismo tra negativo e positivo: le orbite lineari e la pienezza della figura della montagna risaltano una sulle altre in modo intermittente.

E' un logotipo semplice da riprodurre, sia con tecnica del ricamo che con la maglieria.



Conclusioni

La progettazione e la realizzazione del prototipo di un capo d'abbigliamento per l'outdoor è stata una sfida complessa e ricca di imprevisti che hanno messo a dura prova la realizzazione di molte tappe fondamentali.

La ricerca di scenario e gli approfondimenti svolti hanno più volte generato forti dubbi, poichè le conoscenze minime e le nozioni fondamentali per immergersi in un progetto tale, non sembravano mai abbastanza. Applicare le competenze apprese lungo il percorso di studi di design sistemico ad un settore così ampio e frenetico come può essere quello del fashion design e del fiber e textile design, si è rivelato un impegno importante.

Dopo aver svolto la ricerca di scenario e l'analisi del settore, si è dovuto tener conto di molti fattori per giungere alla formulazione del concept. Lo studio delle aziende che si occupano di sportswear e di sviluppo di nuove fibre, ha permesso di comprendere lo stato attuale delle tecnologie utilizzate e come e quali direzioni prenderanno; considerando che il tema della sostenibilità sta sempre di più prendendo piede nell'orientamento delle linee guida della progettazione del capo d'abbigliamento.

Le scelte progettuali hanno quindi preso in considerazione molti aspetti: le tecnologie attuali e i trend futuri del settore outdoor, il compromesso con i nuovi materiali sostenibili e nuovi orientamenti aziendali verso una consapevolezza diffusa dell'utilizzo delle risorse, infine, l'analisi delle esigenze e dei bisogni dell'utenza, rendendola partecipe dello sviluppo delle linee guida del concept.

Il design sistemico ha fornito gli strumenti e le competenze utili sia durante la fase di ricerca e analisi, sia durante la rivelazione e la comprensione delle possibili problematiche riscontrate nel capo d'abbigliamento specifico: nel presente caso, lo strato che gestisce la termoregolazione negli sport sulla neve e più nello specifico nello scialpinismo.

Il coinvolgimento e la collaborazione dell'azienda sono stati fattori fondamentali per la buona riuscita del progetto e hanno permesso di mettere in pratica il network relazionale di scambio di competenze e conoscenze che il design sistemico contempla nella sua metodologia.

Il prototipo, realizzato interamente da Stamperia Alicese si è rivelato una conquista e una promessa nei confronti della metodologia applicata.

La sperimentazione della tecnologia PCM, insieme ad un'approfondita ricerca sulla termoregolazione non hanno scoraggiato nell'avanzamento di un concept all'avanguardia e privo di confronti sul mercato attuale. Il frutto di questa collaborazione è solo il primo passo di un lungo percorso che può portare verso una maggiore consapevolezza del ruolo del designer nella progettazione e sperimentazione di nuove tecnologie per il settore outdoor e per lo sportswear.

Bibliografia

- Abreu, M. J., Catarino, A., & Tama, D. (2018). Evaluating the effect of fabric type on thermal insulation. OP Conference Series: Materials Science and Engineering, 460 012005.
- Angel, B. (2016). Product developments in manmade fibers: is cotton able to complete? 33th International Cotton Conference. Bremen: Wood Mackenzie.
- Babu, V. R., & Arunraj, A. (2018). Thermo regulated clothing with phase change. Journal of Textile Engineering & Fashion Technology, 4, 344–347.
- Boucher, J., & Friot, D. (2017). Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: IUCN.
- Brismar, A. (2016). Introducing the concept "single-thread knitwear". Green Strategy.
- Butler, S. (2013, Giugno 23). Bangladeshi factory deaths spark action among high-street clothing chains. The Guardian.
- Chastain, S. (2019). Teaming Up to Get to the Bottom of Microfiber Pollution. Patagonia.
- Club Alpino Italiano. (1992). Sci-Alpinismo, I manuali del Club Alpino Italiano. Milano: Club Alpino Italiano.
- Compagni, A. D. (2019, Febbraio 5). Quanto incide l'industria tessile sull'ambiente? La Stampa.
- CRAiLAR Technologies Inc. (2014). CRAiLAR Technologies' Flax Fibers Introduced into Two Revolutionary New Lines of Sustainable, Bio-degradeable and Compostable Cloths. CISION PR Newswire.
- Donno, G. D. (2018). COOLMAX® AIR: traspirabilità e resistenza per lo sportswear. Techno Fashion.
- Earley, K. (2014, Aprile 2014). Dutch aWEARness Creating the First Circular Supply Chain for Textiles. Sustainable brands.
- EJF. (2007). The Deadly Chemicals in Cotton. UK London: Environmental Justice Foundation in collaboration with Pesticide Action.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion's future. http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications.
- EU Life. (2015). Demonstration of new natural dyes from algae as substitution of synthetic dyes actually used by textile industries. AITEX.
- Farid, M. M., Khudhair, A. M., Razack, S. A., & Al-Hallaj, S. (2004). A review on phase change energy storage: materials and applications. Energy Conversion and Management, 45, 1597-1615.

- Global Fashion Agenda & The Boston Consulting Group. (2017). Pulse of the fashion industry.
- Green SCM. (2016, Maggio 24). Green Supply Chain News: Nike Promises Revolution in its Approach to Manufacturing. The green supply chain 360°.
- Greenpeace International. (2011). Dirty Laundry: Unravelling the corporate connections to toxic water pollution in China. Greenpeace International.
- Greer, L., Keane, S., Lin, C., & Meinert, J. (2013). NRDC's 10 best practices for textile mills to save money and reduce pollution. NRDC Clean by Design.
- Guarascio, C. (2019). Materiali a Cambiamento di Fase Applicazioni e processi di produzione. Politecnico di Torino.
- H&M Foundation. (2017, Settembre 11). Technological Breakthrough: Successful Method Found for Recycling Blend Textiles Into New Fibers H&M Foundation. PR Newswire.
- Harlin, A., Jussila, K., & Ilen, E. (2019). Sports Textiles and Comfort Aspects. In R. Paul, High Performance Technical Textiles (pp. 37-67). Chichester: John Wiley & sons.
- Hartline, N., Bruce, N., Karba, S., Ruff, E., Sonar, S., & Holden, P. (2016). Microfiber Masses Recovered from Conventional Machine Washing of New or Aged Garments. Environmental Science & Technology, Vol. 50, No.21, pp.11532-11538.
- Hasanbeigi, A. (2010). Energy-Efficiency Improvement Opportunities for the Textile Industry. Berkeley National Laboratory.
- Henry, B., Laitala, K., & Klepp, I. G. (2019). Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment. Science of The Total Environment, Vol 652, 483-494.
- Hepburn, S. (2015, Aprile 24). Nike and Adidas show cautious support for eco-friendly dye technology. The Guardian.
- Innovation in Textiles. (2010). Teijin's Eco Circle wins award for environmental innovation. Innovation in Textiles.
- Kant, R. (2012). Textile dyeing industry an environmental hazard. Natural Science, Vol.4, No.1, 22-26.
- KEMI Swedish Chemicals Agency. (2016). Hazardous chemical substances in textiles. Svezia: Arkitektkopia.
- Khalil, E. (2015). Application of Phase Change Materials in Textiles: A Review. International Journal of Research & Review, 2, 281-294.
- Kiehl, B. (2017). Gore Fabrics' Goals on PFCs of Environmental Concern. Gore Fabrics Division Sustainability.
- Knowles, V. (2017). European Outdoor Group's Sustainability Working Group (SWG) website now live. Snews.

- Langran, M., & Selvaraj, S. (2002). Snow sports injuries in Scotland: a case-control study. Br J Sports Med, 36, 135-140.
- Lehmann, M., Tärneberg, S., Tochtermann, T., Chalmer, C., Eder-Hansen, J., Seara, D. J., et al. (2018). Pulse of the Fashion Industry. Global Fashion Agenda and The Boston Consulting Group.
- Lombardi, A. (2017). Industria tessile, la sfida alla colorazione sostenibile. Galileo.
- Mah, T., & Song, G. (2010). Investigation of the contribution of garment design to thermal protection. Part 1: characterizing air gaps using three dimensional body scanning for women's protective clothing. Textile Research Journal, 80(13), 1317-1329.
- Marzella, J. (2019). Patagonia. Dress the change.
- Maxwell, D. M. (2015). State of the Apparel Sector Report Water. Sustainable fashion academy and Global leadership award in sustainable apparel.
- McCann, J. (2015). Environmentally conscious fabric selection in sportswear design. In R. Shishoo, Textiles for Sportswear (pp. 17-52). Cambridge: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute.
- Meyer, M. L. (2014). 9 ways you may not realize cotton is in your food. Rodale Istutute.
- Minigher, L. (2019). Patagonia collezione BETTER SWEATER. 4ActionMedia.
- Ministero della Salute. (2016). Le sostanze perfluoroalchiliche: PFOS e PFOA. Ministero della Salute.
- Morrissey, M. P., & Rossi, R. M. (2013). Clothing systems for outdoor activities. Textile Progress, 45:2-3, 145-181.
- Oliveira, F. R., Fernandes, M., Carneiro, N., & Souto, A. P. (2012). Functionalization of wool fabric with phase change materials microcapsules after plasma surface modification. Journal of Applied Polymer, 128, 2638-2647.
- Palme, A., Idström, A., Nordstierna, L., & Brelid, H. (2014). Chemical and ultrastructural changes in cotton cellulose induced by laundering and textile use. Cellulose, Vol 21 4681–4691.
- Perinelli, C. (2016). Detox my fashion by GreenPeace La moda pulita. Vesti La Natura.
- Piccinini, P., Senaldi, C., & Summa, C. (2007). European survey on the release of formaldehyde from textiles. European Commission.
- Reich, A. (2019). New Ways for Smart Bedding. Outlast.
- Remy, N., Speelman, E., & Swartz, S. (2016, Ottobre 20). Style that's sustainable: A new fast-fashion formula. McKinsey & Company.
- Robinette, K., & Daanen, H. (2006). Precision of the CAESAR scan-extracted measurements. Applied Ergonomics (37),

259-265.

- Rossi, R. (2015). Cold weather sports clothing. In R. Shishoo, Textiles for Sportswear (pp. 197-212). Cambridge: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute.
- Runnel, A., Raihan, K., Castle, N., Oja, D., & Bhuiya, H. (2017, Agosto). The Undiscovered Business Potential of Production Leftovers within Global Fashion Supply Chains: Creating a Digitally Enhanced Circular Economy. Reverse Resources.
- Salaüna, F., Devauxa, E., Bourbigota, S., & Rumeaud, P. (2010). Thermoregulating response of cotton fabric containing microencapsulated. Thermochimica Acta, 506, 82-93.
- Scuola centrale di Sci Alpinismo. (2004). Sci Alpinismo, I manuali del Club Alpino Italiano. Rubano-Padova: Club Alpino Italiano.
- Semenov, A. (2015). Polycotton: caratteristiche, composizione e ambito. DecoreXPro.
- Shishoo, R. (2015). Introduction to textiles in sport. In R. Shishoo, Textiles for Sportswear (pp. 3-16). Cambridge: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute.
- Smith, B. (2013). Outdoor boss warns UK industry of gathering storm over waterproofing chemicals. grough.
- Song, G. (2009). Thermal insulation properties of textiles and clothing. In J. Williams, Textiles for Cold Weather Apparel (pp. 19-32). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Tanda, G. (2016). Skin temperature measurements by infrared thermography during running exercise. Experimental Thermal and Fluid Science, 71, 103-113.
- Textiles Update. (2013). Oakdene Hollins Report on Closed Loop Fibre Recycling Current Status and Future Challenges.
- Torkkeli, H.-K. (2013). Chemicals and clothing. ECHA European Chemicals Agency.
- Tuseo, F. (2018). Armadio Verde, online il guardaroba sostenibile per lo scambio di vestiti usati. Il Digitale.
- Ungaro, P. (2019). Tecnologia Innovazione Sostenibilità, Conoscere i materiali tessili. M. Ambrogi, S. Tamburello.
- Ventura. (2011). Patagonia Launches Common Threads Initiative: A Partnership With Customers to Consume Less. CISION PR newswire.
- Vescio, A. (2020). The North Face sta insegnando ai suoi designer come creare prodotti sostenibili. youmanist.
- Watson, D., & Palm, D. (2016). Exports of Nordic Used Textiles: Fate, benefits and impacts. Danimarca: Nordic Council of Ministers.

- Wicker, A. (2016, Gennaio 9). Fast Fashion Is Creating an Environmental Crisis. Newsweek.
- Zenobio, M. (2018). Citarum, il fiume più contaminato del mondo. Pop Off.

Sitografia

- 3C Filati. (1991). Il cardato riciclato. https://www.3cfilati.it/.
- A.S.T.R.I. (2017). Trasformare il rifiuto in risorsa. https://astrirecycling.it/chi-siamo/.
- Aertex. (2016). Aertex® The World's First Performance Fabric. Fine British Style & Function Since 1888. https://aertex.com/.
- Aquafil Global. (2020). The Econyl Yarn. https://www.aquafil.com/sustainability/econyl/.
- Archroma. (2015). EarthColors® by Archroma. https://www.archroma.com/innovations/earth-colors-by-archroma.
- Bemis. (n.d.). Sewfree ecosystem. https://www.bemisworldwide.com/products/sewfree-ecosystem.
- Better Cotton Initiative. (2018). 2018 Annual Report. http://stories.bettercotton.com/2018-AnnualReport/index.html.
- Beyond. (2020). Concept. https://www.beyondst.com/concept.
- blackcrows. (2020). Ventus Hybrid Alpha Jacket. https://www.black-crows.com/it/it/p/ventus-hybrid-alpha-giacche/100974-darkblue-vg.html.
- bluesign. (n.d.). Follow the blue way. https://www.bluesign.com/en.
- CFT Masserini. (2019). Cotone riciclato e biologico. https://cftmasserini.it/cotone-riciclato-biologico.
- Circle Economy. (2008). Fibersort. https://www.circle-economy.com/programmes/textiles/fibersort.
- Coral Ball. (n.d.). The Coral Ball. https://coraball.com/.
- Dupont. (n.d.). Sorona Apparel. http://sorona.com/apparel/.
- Dupont. (n.d.). The Sorona Story. http://sorona.com/our-story/.
- Eileen Fisher. (2019). Our Story. https://www.eileenfisherrenew.com/our-story.

- Euromonitor International Apparel & Footwear. (2016). Volume sales trends 2005-2015. Euromonitor. https://www.euromonitor.com/apparel-and-footwear
- European Chemicals Agency. (n.d.). Registration. https://echa.europa.eu/regulations/reach/registration.
- European outdoor group. (2019). State of Trade 2018. https://europeanoutdoorgroup.com/latest-eog-research-reveals-growth-in-climbing-category-in-2018-but-a-flatter-overall-picture-for-the-outdoor-market/.
- Fashion Positive. (2014). Circular Materials. https://www.fashionpositive.org/circular-materials.
- Fashion Revolution. (2015). About. https://www.fashionrevolution.org/about/.
- FashionUnited. (2020). Global fashion industry statistics International apparel. https://fashionunited.com/global-fashion-industry-statistics/.
- Federal Trade Commission. (2014). Calling it cotton: labeling and advertising cotton products. https://www.ftc.gov/tips-advice/business-center/guidance/calling-it-cotton-labeling-advertising-cotton-products.
- Food and Agriculture Organization for the United Nations. (2017). Pesticides Use. http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). Nuovo rapporto FAO lancia l'allarme sull'inquinamento del suolo. http://www.fao.org/news/story/it/item/1127209/icode/.
- Four Paws International. (2013). What's in your blanket or coat? https://www.four-paws.org/campaigns-topics/topics/farm-animals/live-feather-plucking
- Fulgar. (2020). Nylon riciclato il filato Q-NOVA by Fulgar. https://www.fulgar.com/ita/approfondimenti/nylon-riciclato-il-filo-q-nova-by-fulgar.
- Grand View Research. (2019). Sportswear Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/sportswear-market.
- GreenScreen for Safer Chemicals. (2013). What is GreenScreen®? https://www.greenscreenchemicals.org/learn/what-is-greenscreen.
- Grüezi bag. (2013). Biopod DownWool Ice CompostAble. https://en.gz-bag.de/products/biopod-downwool-ice-compostable.
- Guppyfriend. (n.d.). GUPPYFRIEND WASCHBEUTEL. https://guppyfriend.com/.
- H&M Group. (2013). CharityStar. http://www.hm.charitystar.com/en/home/.
- H&M Group. (2020). Sustainability Performance Report 2019.

https://hmgroup.com/media/news/financial-reports/2020/4/3621956.html

- Haglofs. (2019). The material makes the product. https://www.haglofs.com/gb/en-gb/sustainability/materials/.
- Haglofs. (2020). Transitioning to Fluorocarbon-free DWR treatments. https://www.haglofs.com/fi/en-fi/sustainability/fluorocarbons/.
- Icebug. (2019). Sustainability. https://icebug.com/sustainability-18.
- Icebug. (2020). Rover Men's RB9X® GTX. https://icebug.com/p/rover-m-rb9x-gtx-blackslategrey.
- Infinited Fiber Company. (2017). https://infinitedfiber.com/together-we-sustain/.
- Interstates Chemicals Clearinghouse. (2014). Alternative Assessment Guide. http://theic2.org/alternatives_assessment_guide#gsc.tab=0.
- ISPO. (2019). Bei Schöffel wird recycelter Kaffeesatz zur Funktionskleidung. https://www.ispo.com/en/node/20111.
- Jack Wolfskin. (2012). Environmental Report 2011/2012. Idstein: Ingmar Anderson, Environmental Officer. https://www.jack-wolfskin.com/on/demandware.static/-/Library-Sites-JackWolfskin_SharedContentLib/default/dw250f9d5e/Content_Ressources/CR/Umweltbericht/environmental_report_2011_2012_EN.pdf
- Jack Wolfskin. (2020). Give Plastic a new life. https://www.jack-wolfskin.com/texapore-ecosphere/.
- Kering. (2020). Sustainability. https://www.kering.com/en/sustainability/our-strategy/care/.
- La Sportiva. (2018). Bilancio di sostenibilità 2018. La Sportiva. https://www.lasportiva.com/upload/299/cms/526311/it/152093/bilancio-sostenibilita2018doppiapagina.pdf
- La Sportiva. (2020). La Sportiva ad ISPO tra sostenibilità ed innovazione. https://www.lasportiva.com/it/la-sportiva-a-ispo-tra-sostenibilit%C3%A0-ed-innovazione.
- Lenzing. (2016). Feels so right: TENCEL™. https://www.lenzing.com/products/tenceltm.
- Libolon. (2015). Recycle Polyester Yarn (RePET®). http://www.libolon.com/product216.
- Lindex. (2020). Reuse and Recycle. https://about.lindex.com/sustainability/what-you-can-do/reuse-and-recycle/.
- Macro International. (2017). Polypropylene. https://www.macrointlco.com/sports-performance-fabrics/polypropylene.
- NewLife. (2018). Production system.

http://www.newlifeyarns.it/site/app01/lng/ita/public_newlife.nsf/content?openagent&grp=31&sec=1.

- Nike. (2012). Measuring Product and Material Sustainably. https://purpose.nike.com/product-material-sustainability-indices.
- O'Connell, L. (2020). Global apparel market size in 2017, by selected region. Statista. https://www.statista.com/topics/5091/apparel-market-worldwide/
- O'Connell, L. (2020). Global sales of the top performance apparel, accessories and footwear companies 2019. Statista.

https://www.statista.com/statistics/900271/leading-sportswear-and-performance-wear-companies-by-sales-worldwide/

- O'Connell, L. (2020). Retail sales of the global apparel and footwear market 2017-2030. Statista. https://www.statista.com/statistics/875708/global-apparel-and-footwear-market-retail-sales-value/
- Ortovox. (2020). Ortovox Wool Promise. https://www.ortovox.com/it-it/esperto-lana/lana/owp-ortovox-wool-promise.
- Outdoor Industry Association . (n.d.). Outdoor Fondation. https://outdoorindustry.org/.
- Outdoor Industry Association. (2012). Chemical Management Toolkit. Outdoor Industry Association. https://outdoorindustry.org/sustainable-business/chemicals-management/
- Outdoor Industry Association. (2015). Down and the Outdoor Industry: the real story. Outdoor Industry Association. https://outdoorindustry.org/article/down-and-the-outdoor-industry-the-real-story/
- Outlast. (2020). Tecnologia Outlast. http://www.outlast.com/it/tecnologia/.
- Patagonia. (2018). Worn Wear. https://wornwear.patagonia.com/.
- Patagonia. (2020). Company history. https://eu.patagonia.com/it/it/company-history.html.
- Patagonia. (2020). Trattamento DWR fluorurato. https://eu.patagonia.com/it/it/our-footprint/dwr-durable-water-repellent.html.
- Polartec. (2020). Featured fabric technology Polartec® Alpha®. https://www.polartec.com/news/featured-fabric-alpha.
- Polartec. (n.d.). Polartec Neoshell. https://www.polartec.com/fabrics/weather-protection/neoshell.
- Polygenta. (2013). https://www.polygenta.com/.

- Primaloft. (2018). Il primo isolamento sintetico 100% riciclato biodegradabile. https://www.primaloft.com/it/bio-product-page/.
- Primaloft. (2019). P.U.R.E. GENIO. https://www.primaloft.com/it/p-u-r-e-genio/.
- re:newcell AB. (2019). We make fashion sustainabke. https://renewcell.com/.
- Reach Governo Italiano. (n.d.). REACH Prodotti Chimici: informiamo i cittadini. https://www.reach.gov.it/.
- Recover. (2018). Upcycled textile system. https://www.recovertex.com/.
- Repreve. (2008). The world's leading recycled fiber is made for the good of tomorrow. https://repreve.com/.
- Resyntex. (2019). A New Circular Economy Concept for Textiles and Chemicals. http://www.resyntex.eu/.
- Reverse Resouces. (2017). Platform to connect textile waste with best possible recycling solution. https://reverseresources.net/.
- Rifò. (2017). Rifò Circular Fashion made in Italy. https://rifo-lab.com/.
- Sierra Design. (2015). Simply put, DriDown™ represents the evolution of down insulation. https://sierradesigns.com/dridown/.
- Sustainable Apparel Coalition. (n.d.). The Higg Index. https://apparelcoalition.org/the-higg-index/.
- Tencel. (2017). Refibra. https://www.tencel.com/refibra.
- Textile Exchange. (2020). Textile Exchange. https://textileexchange.org/.
- Textile Exchange. (n.d.). https://textileexchange.org/.
- The North Face. (n.d.). Denali II pile senza tempo. https://www.thenorthface.it/denali.html.
- The Renewal Workshop. (n.d.). The Renewal Workshop. https://renewalworkshop.com/.
- Toray Innovation by Chemistry. (2006). Entrant®. https://www.sportstextiles.toray/en/entrant/index.html.
- Toray Innovation by Chemistry. (2019). Field Sensor. https://www.toray.com/products/textiles/tex_0060.html#/.

- Trash 2 Cash. (2015). New fibres from pre-consumer and post-consumer waste. https://www.trash2cashproject.eu/trash-2-cash-about-page.
- Vaude. (2019). VAUDE Green Shape. https://csr-report.vaude.com/gri-en/product/greenshape-concept.php.
- Vaude. (2020). 2019 Sustainability Report. https://csr-report.vaude.com/?_ga=2.149154866.548799602.1590761484-1299302252.1590492064.
- Vaude. (2020). Slow fashion versus the throwaway society. https://csr-report.vaude.com/gri-en/product/never-ending-responsibility.php.
- Vaude. (n.d.). Environmentally friendly Green Shape products. https://www.vaude.com/en-INT/Men/Eco-Fair/Green-Shape/?p=1.
- Ward, C. (2010). Sportwool™. CSIROpedia. https://csiropedia.csiro.au/sportwool/
- Wexco Environmental. (n.d.). Filtrol 160 Lint Filter with 1 Filter Bag. https://www.septicsafe.com/filtrol-160-lint-filter-with-1-filter-bag/.
- Wikipedia. (2020). Sci alpinismo. https://it.wikipedia.org/wiki/Sci_alpinismo.
- Wolford. (2017). Biodegradable and recyclable Aurora collection. https://www.wolfordshop.com/C2C.html.
- World Wild Life. (2020). Overview. https://www.worldwildlife.org/industries/cotton.
- Worn Again Technologies. (2015). A world where resources are kept in constant circulation, driving economic, social and environmental benefits. https://wornagain.co.uk/.
- Wrap. (2020). Textiles Market Situation Report 2019. http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Textiles%20market%20situation%20report%202019.pdf
- Zajo. (2015). Invista Coolmax. https://www.zajo.net/it/invista-coolmax.m.it-7.html.

Ringraziamenti

Il percorso svolto durante questi mesi è stata una scommessa senza precedenti, che ha permesso di mettermi in gioco in un settore che ho scoperto piano piano e di cui mi sono innamorata.

Per questo motivo vorrei ringraziare prima di tutti la professoressa Ada Ferri, che ha creduto in me fin dall'inizio e ha voluto accogliermi come tesista, nonostante non avessi mai frequentato i suoi corsi. L'interesse nei suoi progetti, nel laboratorio di Biella e nella possibilità di una collaborazione innovativa, sono stati punti fondamentali nell'instaurare un rapporto di fiducia e condivisione.

Un profondo ringraziamento va anche alla professoressa Francesca Dotti, per la sua pazienza e professionalità nel seguirmi nell'esecuzione dei test sui materiali nel laboratorio di Città Studi. In seguito ringrazio enormemente Cristina Salussolia, che ha permesso la realizzazione del prototipo, dopo lunghi incontri di consultazione. La sua dedizione e il suo impegno nel lavoro che svolge sono ammirevoli, così come la sua personalità vivace e travolgente. Cristina, non smetterò mai di ringraziarti per l'immensa fiducia che hai riposto in me e per il tuo contributo.

Infine ringrazio con sentito affetto i miei genitori, i miei amici e tutte le persone che mi sono state accanto lungo questo lungo percorso e che hanno voluto credere in me e nelle mie capacità. Un particolare ringraziamento va a tutte le donne lavoratrici: professoresse, sarte, modelliste, dirigenti, ricercatrici, imprenditrici, operaie ecc. Il loro impegno e la passione che ripongono nel loro lavoro, alimentano in me moltissima speranza per il mio futuro lavorativo.