

PSR Toscana 2014-2020 - Reg. (UE) n.1305/2013 - Bando "Sostegno per l'attuazione dei Piani Strategici e la costituzione e gestione dei Gruppi Operativi (GO) del Partenariato Europeo per l'Innovazione in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura (PEI - AGRI)" - Annualità 2017.

RELAZIONE FINALE BENEFICIARIO NEXT TECHNOLOGY TECNOTESSILE SRL



FORMAGGI OTTENUTI ALL'ORIGINE DA ANIMALI DOMESTICI
DI RAZZA IN ESTINZIONE O RELIQUIA

Prato, li 08/02/2023

Il legale rappresentante
Massimo Biancalani
documento firmato digitalmente

Definizione delle caratteristiche delle lane; individuazione, prototipazione e verifica dei prodotti tessili di riferimento e dei cicli di lavoro.

Nel vasto mondo delle fibre naturali e della lana in particolare, si è adottata una classificazione qualitativa delle fibre basata su parametri fisici misurabili, abbastanza semplicemente, che sono la lunghezza e la finezza (il diametro). La lana è il pelo che ricopre la pelle della pecora, la isola dal freddo e dal caldo, mantenendo costante la temperatura del corpo. Esistono diverse varietà di razze ovine che danno lane con fibre differenti per finezza, lunghezza, lucentezza e resistenza. La razza ovina che fornisce il miglior tipo di lana è certamente la Merino. Altre razze all'origine di lane meno pregiate sono quelle incrociate o appartenenti a piccole varietà tipiche di alcuni territori molto ristretti (autoctone). Ogni razza ovina, ogni provenienza, ogni habitat nel quale l'animale cresce, influisce sul tipo di lana che produce e sulla sua "predisposizione" ai passaggi di lavorazione successivi (filatura o tessitura). Le razze incrociate, cioè derivate da ibridi tra la pecora merino e razze locali, forniscono lane con fibre di media lunghezza, meno fini e poco ondulate, destinate alla produzione di tessuti ruvidi come il tweed. Le razze autoctone toscane, come l'amiatina, producono una lana ordinaria, con fibra piuttosto lunga e setolosa destinata alla fattura di tappeti artigianali e materassi. Le differenze morfologiche fra le varie tipologie, sono riassunte nella seguente tabella.

Classe	Grado	Lunghezza (mm)	Diametro (μm)
1	Fine	25 - 125	10 - 30
2	Media	50 - 200	20 - 40
3	Lunga	100 - 450	35 - 50
4	Incrociata	25 - 400	20 - 40
5	Mista	Miscuglio di varie lunghezze	

Classe 1. Lana merino:

La pecora merino produce la lana migliore. Si trova in Spagna. La fibra è relativamente corta. Varia da 1 a 5 pollici ma è forte, fine ed elastica e ha un le migliori proprietà per essere lavorata e trasformata in capi di abbigliamento.

Classe 2. Lane di seconda classe:

Questa varietà è una lana di ottima qualità. La sua lunghezza di fibra varia dai 2 agli 8 pollici. Le fibre sono forti, fini ed elastiche e hanno buone proprietà lavorative. Provengono prevalentemente da: Inghilterra, Scozia e Irlanda.

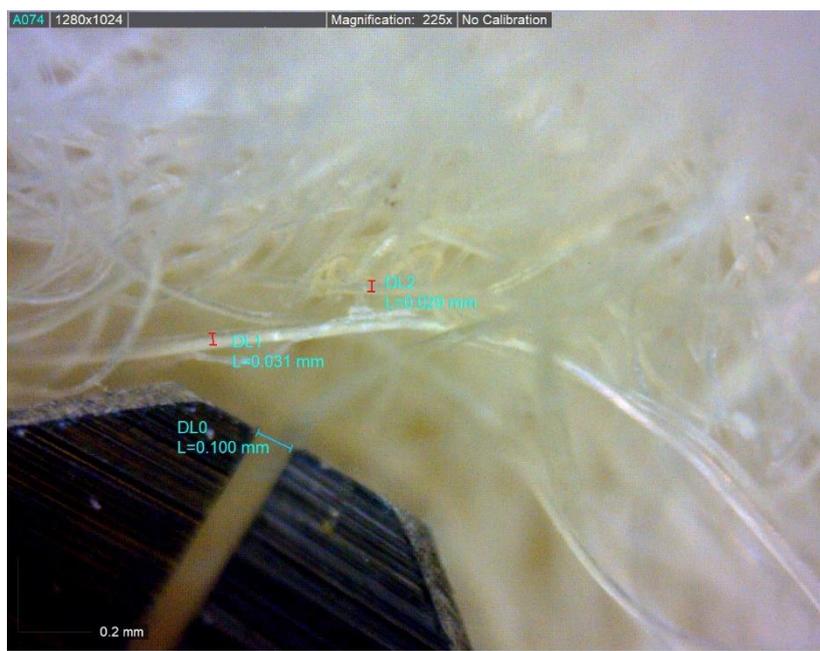
Classe 3. Lane di terza classe:

Le fibre sono lunghe da 4 a 18 pollici e sono grossolane hanno poche squame e meno crimp rispetto a merino e lana di seconda classe. Aspetto superficiale più liscio e brillante. Questa qualità di lana è adatta a capi di abbigliamento di media/buona qualità. Provenienza prevalente dal Regno Unito

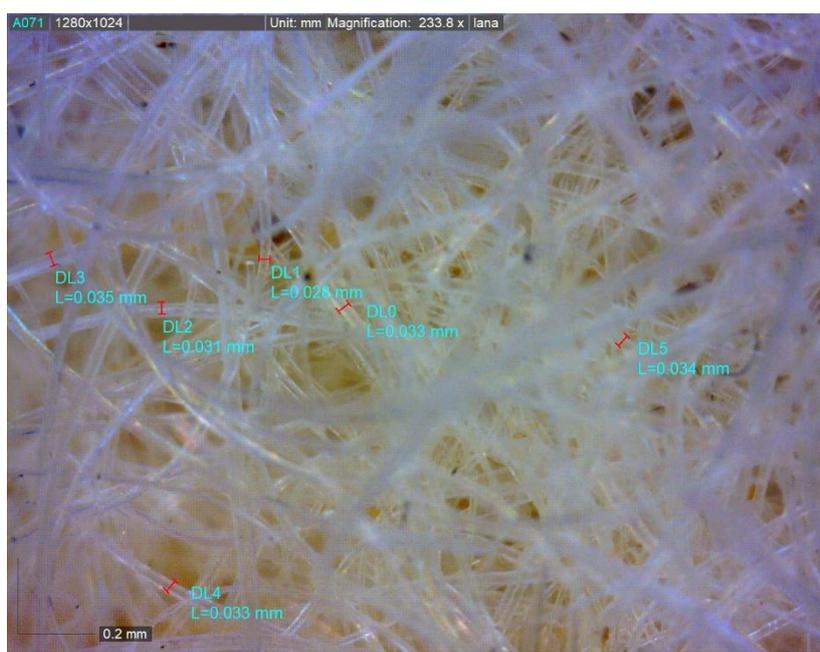
4. Lane di classe quattro:

Questa classe si riferisce alle lane prodotte da ovini r non di razza pura ma ottenuti da incroci. La lunghezza della fibra varia da 1 a 16 pollici, grossolana, simile a capelli, hanno relativamente poche squame, poco crimpate e sono lisce e lucenti. Principalmente vengono utilizzate per tappeti, tappeti e abbigliamento economico di bassa qualità. In questa categoria possiamo collocare anche le pecore di razza Amiatina la cui lana risulta appunto ordinaria ma, fra le varie razze autoctone toscane, è la più adatta al confezionamento di tessile abbigliamento oltre che ad altri impieghi più tecnici come pannelli termo e fono assorbenti, feltri ed ovatte coesionati meccanicamente o termicamente.

Le micro fotografie seguenti si riferiscono a campioni di fibre estratti dalla massa dei velli dopo una prima fase di lavaggio della lana sucida rivolta all'eliminazione delle deiezioni e del vegetale di maggiori dimensioni.



Sezione fibre campione 2_4 con calibro di riferimento

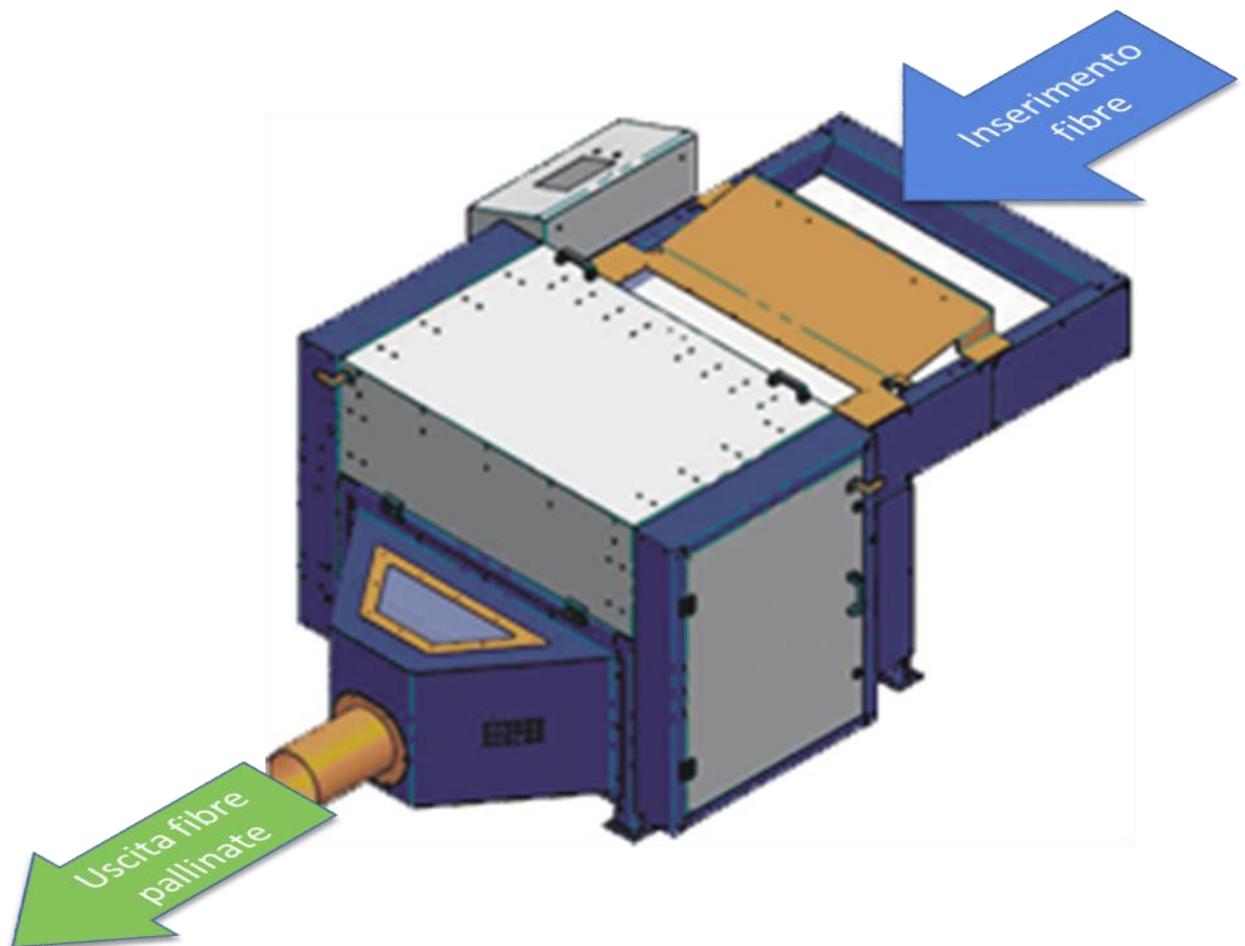


Sezione fibre campione 1_!

Tra i vari campioni di prodotti con la lana amiatina realizzati nel progetto, quelli che probabilmente hanno il più elevato grado di innovatività sono quelli costituiti da fibre aggrovigliate a formare piccole "sfere" di lana. Un'ovatta così strutturata può avere molteplici campi di applicazione dal tessile per arredamento, al tessile tecnico e magari anche come imbottiture in particolari capi di abbigliamento.

Per conferire alle fibre di lana questa particolare forma si è realizzata una macchina che, in maniera batch, trasforma la massa fibrosa in sfere di diametro e consistenza controllabili. La "sfera" finale ingloba un notevole quantitativo di aria che costituisce un isolante termico molto efficace abbinato alle caratteristiche intrinseche della lana. La morfologia assunta dalle fibre invece genera un "effetto molla" che conferisce una resilienza molto maggiore ad un'ovatta di lana di pari rapporto peso/volume e paragonabile a quella delle classiche imbottiture sintetiche per arredamento/abbigliamento.

La voluminizzazione della fibra tramite la "pallinatura", oltre a migliorare le capacità di isolamento termoacustico della massa fibrosa e la sua resilienza, consente un notevole risparmio di materiale (compreso fra il 25 ed il 30%) quando viene utilizzata al posto della fibra cardata nelle imbottiture.



Schema del flusso del materiale nella pallinatrice

La macchina approntata rappresentata nello schema sopra), ha una capacità produttiva compresa fra 1,5 – 2 kg su un ciclo di circa 3 minuti, il che equivale a 30-40 kg/ora. La macchina attualmente viene caricata manualmente ed il prodotto lavorato viene spinto in un sacco mediante l'uso di un flusso d'aria.

La fibra viene preparata alla lavorazione mediante un ciclo composto da queste fasi:

1. lavaggio in acqua a 30° con normali detersivi commerciali biologici (senza ammorbidente)
2. asciugatura in thumblar (T max = 50°C)
3. taglio delle fibre a lunghezza compresa fra 40 e 100 mm
4. cardatura con carda per campioni guarnita denti di sega. Raccolta del velo su tamburo
5. pallinatura



Fase 1 - aspetto della lana dopo il lavaggio



Fase 4 - fibre in uscita dalla cardatura



Fase 4 - velo di fibre stratificato



Fase 5 - inserimento manuale del velo nella pallinatrice

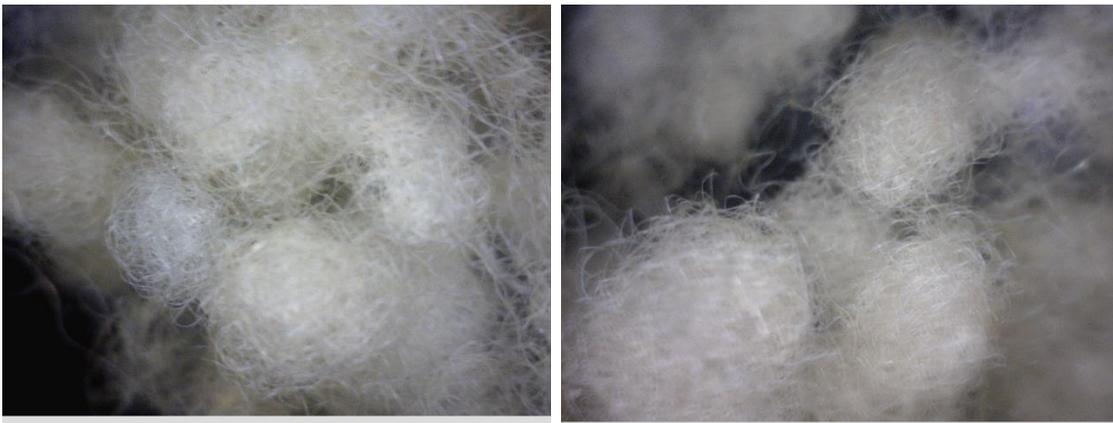


Fase 5 - lana pallinata nel sacco di raccolta

Nella fotografia sotto si evidenzia un dettaglio ravvicinato della massa fibrosa delle sfere.



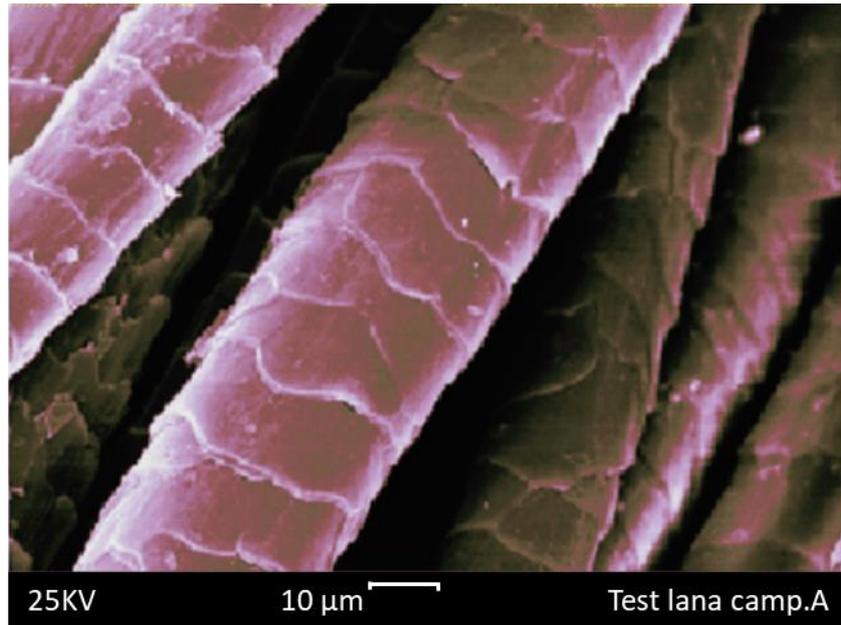
Per capire meglio la strutturazione e come le fibre si avvolgono le une con le altre, sono state riprese delle immagini con microscopio digitale anche per valutare come i parametri di lavoro utilizzati sulla pallinatrice influenzino il risultato finale.





↑ FINE RELAZIONE INTERMEDIA ↑

L'immagine successiva è stata realizzata con una SEM su un campione di lana amiatina opportunamente lavato. Si possono notare chiaramente le scaglie che costituiscono la parte esterna della fibra. Oltre la finezza, anche il numero e la morfologia delle scaglie contribuiscono alla morbidezza e ad alla mano dei prodotti tessili che si ottengono.



Le attività per la produzione di manufatti realizzati con lana di pecora Amiatina, sono proseguite verso la realizzazione di tessuti non tessuti (TNT) coesionati termicamente e meccanicamente.

La legatura termica è efficace nel consolidare un materassino di fibre che possono essere anche di varia natura. Il processo avviene grazie ad un agente, mescolato alla massa fibrosa da unire, che, attraverso un ciclo di riscaldamento e raffreddamento, funge da legante. Generalmente tale agente è costituito da un polimero termoplastico che si può trovare sotto forma di fibra, polvere o film. La mista di fibre viene quindi riscaldata ad una temperatura che rende viscoso o che fonde l'agente legante, il polimero viscoso si distribuisce verso i punti di contatto tra le varie fibre e, raffreddandosi, realizza il fissaggio della massa fibrosa. Nella fase di riscaldamento, di solito, si determina lo spessore e la densità del TNT che si produce, applicando una pressione meccanica per esempio tramite il passaggio in una calandra calda. In questo processo non avvengono reazioni chimiche ma l'ancoraggio delle fibre è esclusivamente di natura adesiva o meccanica. La percentuale in peso del polimero legante è variabile tra il 5 ed il 50% in peso in relazione alle caratteristiche che dovrà avere il TNT finito. I migliori risultati si ottengono generalmente con l'utilizzo delle fibre bicomponenti. Queste sono in pratica delle fibre polimeriche ricoperte da uno strato esterno di polimero omologo ma con una più bassa temperatura di fusione. In questo modo è possibile consolidare efficacemente e uniformemente anche elevati spessori lasciando la struttura fibrosa sostanzialmente inalterata.

L'interlacciatura termica è molto diffusa nel mondo dei tessuti non tessuti perché offre elevate produzioni e un ridotto consumo di energia rispetto alla legatura chimica. Inoltre è possibile ottenere prodotti finiti completamente riciclabili scegliendo fibre bicomponenti specifiche.

Per la produzione delle campionature del progetto è stato utilizzato un Poliestere Bicomponente Rigenerato in fiocco, titolo 2-4 Den, taglio 32-40 mm con punto di fusione di 110°C.



Fibre di lana lavate aperta



Fibra bicomponente rigenerata

Le due fibre vengono mescolate fino ad ottenere il peso totale voluto per il TNT. La tabella sotto riportata riporta la composizione dei pannelli TNT realizzati ed il loro scopo.

Campione	Coesionamento	Composizione		Alluminio %	Peso g/m ²	Destinazione
		Lana %	Bicomponente %			
A	Meccanico	100				Calzaturiero/isolanti
B	Termico	70	30		650	Calzaturiero/isolanti
C	Termico	70	30		650	Calzaturiero/isolanti
D	Termico	99,27		0,73	686	Pannello riflettente/isolante

Campione A



Il campione "A" è stato ottenuto mediante la lavorazione di "agugliatura", un processo meccanico che consiste nel penetrare la massa fibrosa con una piastra di specifici aghi che catturano le fibre legandole fra loro nel movimento ripetuto di entrata ed uscita. Maggiore è la popolazione di aghi ed il numero di battuta, tanto più il TNT risulterà uniforme e compatto.



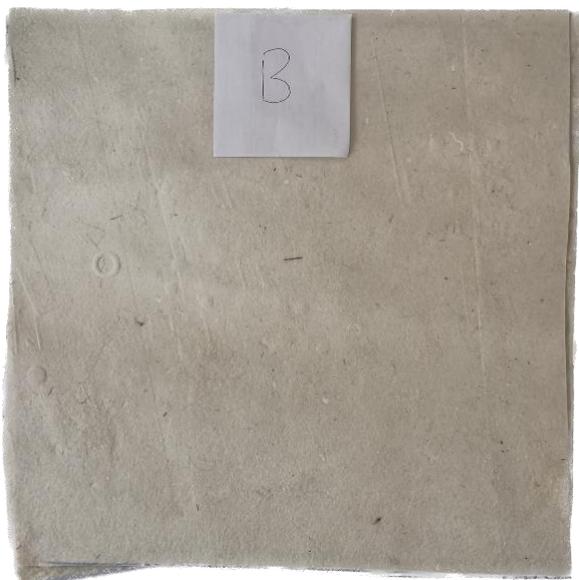
Agugliatrice manuale per campioni

La fotografia precedente si riferisce alla macchina usata per approntare la campionatura del progetto. Si tratta di una agugliatrice manuale dove il materiale viene portato sotto gli aghi in maniera manuale. Il numero di battute al minuto 700 e sulla piastra porta aghi di dimensioni di 100x100 mm vi sono alloggiati 120 aghi. La freccia gialla dell'immagine sotto, visualizza il moto alternato degli aghi attraverso la massa fibrosa.



Moto degli aghi

Campione B



Il campione "B" è stato ottenuto mediante interlacciatura termica di fibre di lana con fibre bicomponenti rigenerate. Ogni singolo pannello prodotto è composto dal 70% di lana amiatina lavata, asciugata e cardata e da fibra bicomponente per il 30% in peso. La fibra mescolata in una camera con flussi di aria compressa, viene successivamente inserita in una pressa dotata di due piastre riscaldate. La temperatura delle piastre utilizzata è di 120°, leggermente superiore al punto di fusione del polimero, e la pressione viene mantenuta per 60 secondi. Dal TNT ottenuto dopo il raffreddamento sono stati ritagliati dei quadrati di 350 x 350 mm per prendere la parte centrale a densità uniforme e perché tale misura è quella utile per il sensore di misura delle prove di resistenza termica (RCT) indice del grado di comfort termofisiologico.

Campione C



Il campione "C" lo si è formato con le stesse modalità del campione C e con le stesse percentuali in peso delle due componenti fibrose. La lana però non era sottoforma di velo cardato ma di sfere di fibre formate per conferire maggiore isolamento termico e migliore resilienza quando si applicano dei carichi pressori. La macchina utilizzata è visibile nelle immagini a seguire.



Campione D



Vista lato esterno



Vista lato interno

Il campione "D" è costituito da un TNT di base formato come il campione "B" al quale viene applicato termicamente, uno strato riflettente/isolante di alluminio.



La pellicola esterna è un film preforato di poliestere alluminizzato spesso 6 μm del peso di 5 g/m^2 utilizzato per riflettere il calore ed isolare termicamente. È molto leggero ma estremamente resistente meccanicamente. Anche in questo caso l'adesione fra gli strati avviene termicamente in quanto il film viene fornito completo di una rete di collante bassofondente. Il pannello risultante, in questo caso, è composto da un singolo strato di base di lana a bassa grammatura ma si possono produrre pannelli strutturalmente rigidi, autoportanti, fatti da un singolo strato di elevata densità o mediante l'accoppiatura di più layer a basso spessore. La scelta costruttiva dipende dall'utilizzo previsto per il prodotto finito.

Dai TNT si sono ricavate delle solette per l'interno delle scarpe data l'elevata capacità isolante intrinseca delle fibre di lana.



Per ciascuna tipologia di soletta sono state condotte le seguenti analisi di laboratorio allo scopo di valutare il comfort offerto ad un eventuale utilizzatore:

- **RESISTENZA TERMICA:**

- UNI EN ISO 11092:2014 Par. 7.3 Tessili - Effetti fisiologici - Misurazione della resistenza termica e al vapor d'acqua in condizioni stazionarie (prova della piastra calda traspirante)

- **ASSORBIMENTO/DESORBIMENTO H₂O**

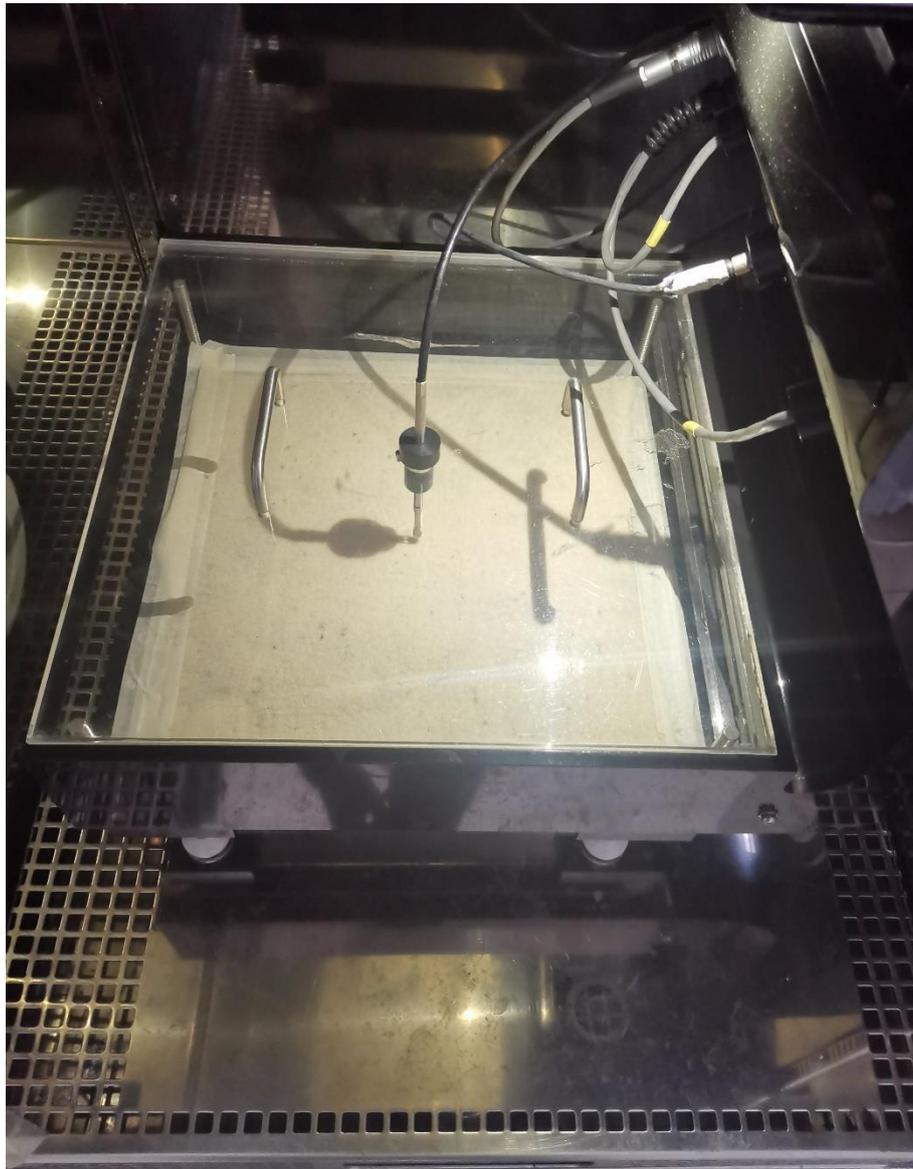
- ISO 22649:2016 Footwear — Test methods for insoles and insocks — Water absorption and desorption (METODO)

- UNI CEN ISO/TR 20882:2007 Calzature - Requisiti prestazionali per componenti per calzature - Fodera e sottopiedi di pulizia (REQUISITO DI CONFORMITA')

- **PERMEABILITÀ AL VAPOR ACQUEO**

- ISO 22652:2002 Footwear — Test methods for insoles, lining and insocks — Perspiration resistance.

La resistenza termica (RCT) è l'analisi di laboratorio che meglio di tutte è in grado di valutare l'indice di comfort termofisiologico di un tessuto o di un capo di abbigliamento. È definito come "Metodo della piastra calda sudante", (Sweating guarded hot plate), o più comunemente Skin Model. Lo Skin Model consente di determinare la misura della resistenza termica (RCT) e della resistenza evaporativa (RET) espresse rispettivamente in m²K/W e m²Pa/W. La misura avviene in un ambiente in cui si possa controllare umidità relativa e temperatura (camera climatica). Si riporta di seguito le immagini della camera climatica e dello strumento Skin Model.

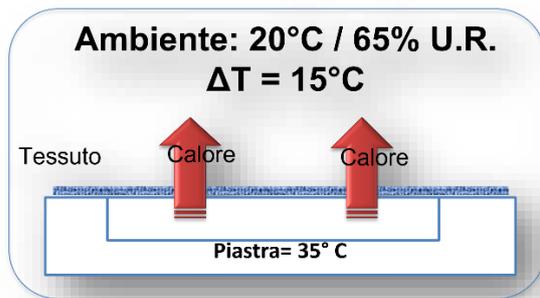


Campione sulla piastra calda all'interno di una camera climatica

Condizioni di misura: RCT

- Camera climatica a $20^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ e $65\%\pm 3\%$ UR
- Piastra: $35^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
- Velocità dell'aria $1\text{m/s}\pm 0.5\text{m/s}$
- Almeno 12h di condizionamento del campione nelle condizioni di misura

Il campione è posizionato sulla piastra riscaldata elettricamente e sulla sua superficie viene fatta fluire parallelamente dell'aria. Per determinare la resistenza termica si misura il flusso di calore attraverso il campione, quando si sia raggiunto lo stato stazionario, (quasi stato di equilibrio). Il valore di RCT si ottiene sottraendo dal valore ottenuto la resistenza termica della piastra su cui il campione appoggia ed il relativo strato d'aria. RCT elevata significa che il materiale conduce poco.



$$R_{ct} = \frac{A \times (T_s - T_a)}{H}$$

DOVE:

- R_{ct} è la resistenza termica totale del TNT più quella dello strato limite d'aria ($m^2 \text{ } ^\circ C/W$)
- A è area della sezione di misura
- T_s è la temperatura della superficie della piastra ($^\circ C$)
- T_a è la temperatura dell'ambiente ($^\circ C$)
- H è la potenza necessaria a mantenere costante la temperatura della piastra (W)

Le analisi RCT hanno generato i seguenti valori:

TEST	RCT
Campione A	0,1502 m2K/W
Campione B	0,0572 m2K/W
Campione C	0,0532 m2K/W
Campione D	0,0154 m2K/W

La valutazione dei risultati tabellati ci suggerisce che il coesione meccanico con l'agugliatrice produce un TNT estremamente traspirante che non oppone perciò molta resistenza al passaggio dell'aria. I campioni B e C sono entrambi generati con processo termico e la fibra legante costituisce una barriera fisica che si distribuisce negli interstizi fra le fibre. Per tale ragione si vede che il valore della resistenza termica decresce alle 2,6 alle 2,8 volte rispetto appunto al campione agugliato. Il campione D, a conferma dell'efficacia dello strato di film isolante, la RET diminuisce addirittura di 10 volte in confronto con il campione A.

A seguire si riportano invece i risultati delle prove di permeabilità al vapore e assorbimento di vapore acqueo (WVP e WVA rispettivamente).

Campioni	WVP mg/cm2/h	WVA mg/cm2
A	28,37	0,1
B	16,25	0,4
C	8,04	0,65
D	5,23	0,74

La composizione fibrosa dei campioni e la struttura stessa delle 4 tipologie differenti testate, presentano un'alta permeabilità al vapor, in particolare il campione A grazie proprio all'aggregazione meccanica che l'ha generato. La penetrazione degli aghi crea i legami fra le fibre ma lascia numerosi spazi vuoti attraverso i quali il vapore fluisce liberamente. Tenendo presente che, per questa classe di prodotti, il requisito minimo è di 2.0 mg/cmq/h, è evidente che la rilevazione dell'analisi WVA diventa irrilevante poiché facendo passare liberamente vapore, e quindi aria, non si ha un accumulo d'acqua nel manufatto.

La WVA è importante quando la WVP è inferiore a 2.0 mg/cm²/h. In tal caso si calcola il Coefficiente di Vapor d'Acqua (WVC): $WVC = WVA + 8 \cdot WVP$, che rappresenta la quantità totale di sudore sotto forma di valore che la calzatura è in grado di "estrarre" dal piede sommando la parte che attraversa la soletta di pulizia nell'arco di 8 ore (durata prevista di calzata) e la parte che viene semplicemente assorbita dalla soletta di pulizia. WVC dovrebbe essere almeno 20 mg/cm², i dati delle performance dei campioni realizzati e testati si pongono però su elevati valori di traspirazione per cui è inutile procedere a tale conteggio.

Il grafico sotto, mostra in maniera evidente come la WVP influenzi in maniera diretta la WVA.

