Tessili per impieghi Tecnici

Mercati,
tecnologie,
prodotti,
applicazioni

Alessandro Cerretini
Raffaele De Maria

irene
ITALIAN RELAY CENTRE NORTH EAST

Technica snc

Presentazione

IRENE (Italian Relay Centre for the North-East: Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Marche, Trentino-Alto Adige, Veneto) fa parte della rete degli Innovation Relay Centre, promossa dall'Unione Europea su tutto il suo territorio nell'ambito del Programma Innovation, allo scopo di sostenere l'innovazione per le PMI, promuovere il trasferimento tecnologico da e verso le imprese, favorire la partecipazione a iniziative transnazionali quali la ricerca di strumenti di finanziamento per l'innovazione, l'individuazione di partner e l'attivazione di partnerariati per il trasferimento della tecnologia.

Questo quaderno si inserisce nelle iniziative specifiche che IRENE ha dedicato e dedicherà in maniera mirata al settore dei tessili tecnici. Gli approfondimenti effettuati nello studiare la realtà di questo settore, mostrano che il suo peso non è adeguatamente evidenziato mentre la sua importanza, a livello tecnologico e produttivo, è destinata a crescere rapidamente. Inoltre si deve sottolineare che la sua capacità competitiva dipende fortemente dalla possibilità di un accesso efficace alle conoscenze ed alle potenzialità d'innovazione in un contesto tipicamente internazionale ed in particolare europeo. La diffusione delle informazioni e delle conoscenze è quindi un elemento di importanza strategica e questo quaderno si colloca in una prospettiva di informazione rivolta alle imprese.

Questa pubblicazione ha lo scopo di fornire, in forma semplice, ma corretta ed esauriente, una descrizione operativa e sintetica del tessile dedicato agli impieghi tecnici ed è rivolto alle imprese che già operano nel settore, sia come attori diretti, sia come interlocutori che interagiscono con il settore stesso. Ma è rivolto anche alle imprese di frontiera che non sono direttamente coinvolte nel tessile tecnico, ma che vi guardano con interesse, per saperne di più, alla ricerca di opportunità effettive e reali. Ovvero, la pubblicazione che IRENE ha predisposto, in collaborazione con Technica, vuole essere uno strumento di rapida consultazione che può essere utilizzato in due differenti prospettive.

Una prima prospettiva è quella di chi, provenendo dal settore tessile per abbigliamento ed arredamento, è interessato a cogliere stimoli per arricchire i propri prodotti tramite l'utilizzo di nuovi materiali o nuove tecnologie in grado di arricchirne le prestazioni e le funzioni, ma anche per diversificare le proprie attività produttive. La seconda è quella di chi sta già operando nel settore ed è interessato a valutare traiettorie innovative, un primo approccio per sviluppare percorsi di ricerca e di sviluppo, di nuove modalità operative a supporto di una competitiva più forte. Il quaderno quindi è quindi uno strumento per interagire con le imprese, come promozione dell'innovazione.

Da questo punto di vista è utile richiamare l'altro strumento attivato da IRENE, il forum in rete, raggiungibile dal sito di IRENE (www.irc-irene.net) o di TECHNICA (www.technica.net) un servizio interattivo a cui i lettori di questo quaderno potranno rivolgersi per ulteriori approfondimenti, sulle prospettive del settore, in relazione alle varie aree del mercato ed ai bisogni degli utenti finali.

Da ultimo va ricordato che il quaderno è stato concepito come uno strumento di lavoro per un settore in costante e rapida evoluzione e che è aperto a suggerimenti e proposte per migliorarlo e svilupparlo in modo da poterlo riproporre periodicamente, opportunamente aggiornato, con degli approfondimenti ed adeguato ai cambiamenti che il mondo dei tessili continuamente subisce: la forza dell'industria tessile si basa sulla sua grande capacità di offrire sempre nuove soluzioni ad una molteplicità di problemi e di richieste.

Massimo Gazzotti

Tessili per Impieghi Tecnici

Mercati, tecnologie, prodotti e applicazioni

Sommario

Presentazione 2
Introduzione 4
Dimensioni del mercato 7
Applicazioni dei tessili tecnici 8
- Agrotessili 8
- Compositi 12
- Applicazioni industriali 14
- Ingegneria civile 15
- Geotessili 17
- Applicazioni medico-sanitarie 18
- Protezione 19
- Sport e tempo libero 20
- Tessile funzionale 21
- Trasporti 21

Le operazioni unitarie-Le tecnologie impiegate 25
Materie prime impiegate 26
Ipotesi di sviluppo organizzativo 28
Bibliografia 31

Introduzione

L'analisi e la descrizione del settore dei materiali tessili per impiego tecnico (sintetizzato nell'acronimo TIT) può essere fatta a partire da differenti punti di vista.

Ci si può porre al centro delle aziende produttive di questi prodotti, scegliendo i più significativi, e studiarne storia, struttura, comportamenti.

Oppure ci si può porre al centro del mondo tessile che vede nei TIT un possibile modo di diversificare, modificare, ammodernare la propria produzione (la scala dei valori cambia, le priorità cambiano, così come le risorse necessarie).

Tra l'altro esiste anche il problema della definizione e della classificazione dei Tessili Tecnici: storicamente ci sono stati numerosi tentativi di classificazione il cui successo è legato più alla forza della struttura proponente che non alla validità e coerenza della classificazione stessa.

Proprio per questo, spesso viene adottata la classificazione della Fiera di Francoforte; anche la ricerca di mercato più nota e citata per i tessili tecnici, quella di David Rigby [1], prende in esame proprio i settori previsti dalla Fiera. Ecco alcuni esempi di definizione dei tessili per impieghi tecnici:

- prodotti non destinati all'abbigliamento, né all'arredamento;
- prodotti valutati essenzialmente per le caratteristiche intrinseche e le prestazioni, e non per l'aspetto, la moda;
- prodotti che vanno a sostituire prodotti tradizionali;
- prodotti che riescono a trovare applicazioni che prima non esistevano.

Facendo riferimento a tutte queste considerazioni si può quindi dare una definizione aperta dei Tessili per Impiego Tecnico: «prodotti ed applicazioni dove il valore estetico-stilistico è trascurabile rispetto al comportamento strutturale, ovvero alla rispondenza a precisi valori di alcuni parametri ed alcune caratteristiche». Si tratta quindi di prodotti ed applicazioni dove il quadro di riferimento scientifico e tecnico (prove, standard, certificazione) è più importante rispetto a quello estetico-visivo.

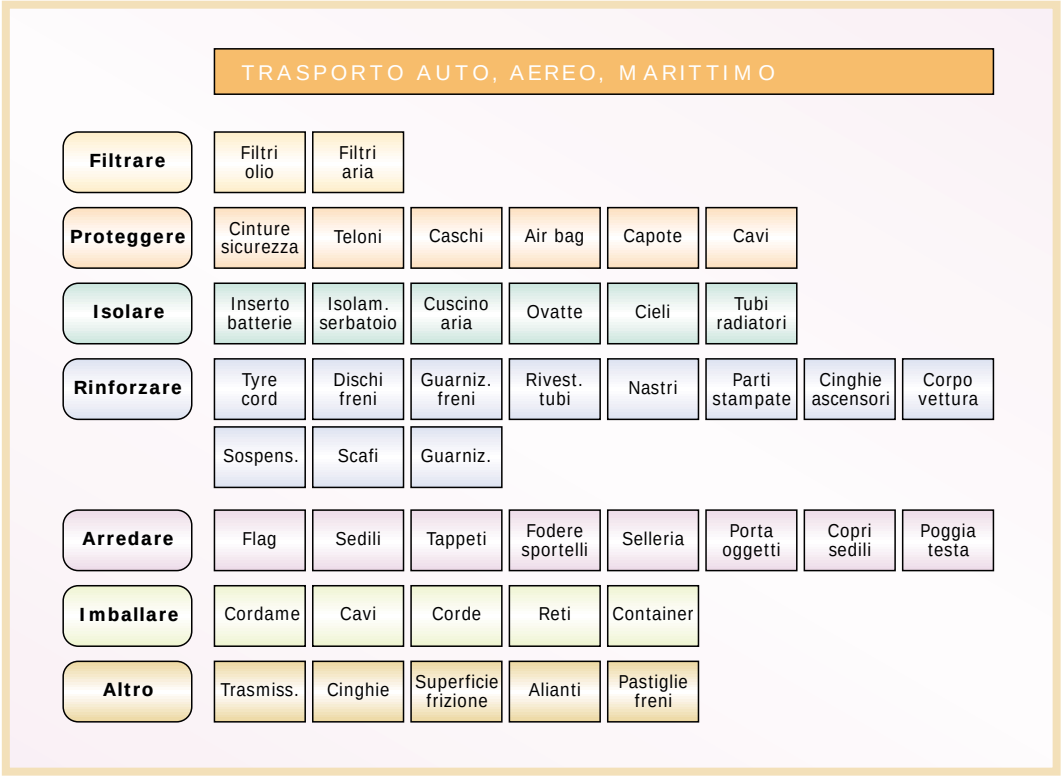
Si deve comunque tener presente che esistono numerose situazioni di frontiera e molti casi di sovrapposizione e di ambiguità tra il tessile tecnico e quello destinato ad un impiego tradizionale. Proprio per questo si parla sempre più spesso di un tessile funzionale, destinato sempre all'abbigliamento, ma distinto e valorizzato proprio per alcune funzioni specifiche che riesce ad assolvere.

Nell'applicazione dei tessili per impieghi tecnici sono coinvolte numerose discipline non proprie del mondo tessile (medicina, ingegneria, biologia, meccanica), spesso difficili e complesse, e sempre lontane. Ne deriva anche che agiscono attori ed interlocutori molto differenti tra di loro, che non sono abituati ad un rapporto reciproco sistematico e consolidato nel tempo: ingegneri, medici, architetti, biologi.

Per descrivere, anche se sinteticamente, questa realtà, si può ricorrere ad una schematizzazione che vede i Tessili Tecnici come un sistema fortemente condizionato dalle materie prime, dai processi utilizzati ed infine dalle specifiche applicazioni dei prodotti stessi.

Alcuni ricercatori fanno ricorso ad una matrice teorica che lega le funzioni del prodotti tessili tecnici alle applicazioni: in tale matrice una funzione, esempio, la filtrazione, attraversa molte di quelle applicazioni, perché i filtri trovano impiego nei trasporti, dove si impiegano per filtrare l'aria, l'olio, ecc. in medicina, per il sangue ed altri liquidi organici, nell'industria agroalimentare, per sieri, ecc.

Riportiamo, a titolo d'esempio, un possibile schema di questo tipo.



La differenza sostanziale tra l'industria tessile, rivolta ai tradizionali sbocchi dell'abbigliamento e dell'arredo e quella dei TIT è che, nel primo caso, l'industria tessile è praticamente il solo fornitore, ha canali consolidati per raggiungere il mercato e conosce in modo completo le esigenze del proprio cliente.

Nel secondo l'industria tessile è uno dei fornitori tra i tanti e spesso ha un ruolo minoritario nella realizzazione del prodotto finito.

Inoltre ha a disposizione canali più deboli per raggiungere il mercato e conosce solo in modo parziale le esigenze del potenziale cliente.

È di grande importanza, per le varie imprese, quelle già presenti nel mondo dei TIT ed anche per quelle di frontiera o che hanno intenzione di avvicinarsi, la disponibilità, e quindi l'analisi, delle informazioni di base e specialistiche. A titolo d'esempio: se si vuole realizzare un'applicazione anti-UV, si deve tener conto della filatura delle fibre ceramiche, che hanno tipicamente delle caratteristiche anti-UV, dei trattamenti tradizionali dei tessuti per conferire tali caratteri-

stiche, dei processi innovativi, quali il sol-gel, per trattare i prodotti tessili, i metodi di prova e le normative per valutare i tessili anti-UV, d'individuare ed analizzare le aree dove i tessili anti-UV possono trovare applicazioni.

Un ulteriore problema è costituito dal fatto che, spesso, prodotti di successo, che hanno comportato innovazioni anche importanti hanno ottenuto un valore economico circoscritto e limitato: vale a dire che gli sforzi tecnologici, organizzativi ed economici per mettere a punto un prodotto non sempre sono ripagati dall'applicazione che ha dato vita al prodotto stesso.

Diventa quindi estremamente importante poter integrare ed unire nicchie differenti, ovvero ricercare applicazioni nuove, o proporre il prodotto il contesti differenti, o riuscire ad impiegare il saper fare accumulato in ambiti diversi.

L'impegno più forte delle imprese dei TIT sembra dovrebbe essere sul versante delle applicazioni; infatti si può affermare, in modo forse un po' semplicistico, si applica ancora poco e male il tessile.

Non si sfruttano quindi i suoi elementi forti e vincenti, quali la leggerezza, la grande versatilità e complessità delle strutture realizzabili, il fatto che molti materiali innovativi sono filabili e quindi trasformabili in tessile, con tecnologie che possono conferire al substrato tessile caratteristiche per prestazioni nuove.

Filare, tessere, tingere e trattare i tessuti sono attività antiche, affinate con secoli d'innovazione e di messa a punto, e sono arrivate a livelli d'affidabilità d'eccellenza e comunque difficilmente superabili.

Una possibile strategia di sviluppo per le imprese TIT è quella di ricerca un'integrazione a valle, ovvero acquisire informazioni, conoscenze, competenze nei settori applicativi (ad esempio filtrazione, restauro, materiali compositi...). Oppure quella di creare un'interfaccia ed una rete con il mondo delle applicazioni, cioè rendendo esplicite le esigenze degli applicatori ed anche le capacità-potenzialità dell'industria dei TIT.

Nella realtà le imprese che si dedicano ai tessili tecnici si sono sviluppate attraverso forme più induttive per la crescita delle proprie attività: si fanno cose nuove, si modificano prodotti e processi, si adattano soluzioni già realizzate, ci si affaccia su nuovi mercati con nuovi interlocutori. Così si sedimentano competenze e si trovano nuove opportunità.

Una domanda importante è se la produzione di prodotti tecnici possa coesistere con prodotti non tecnici in una stessa impresa.

Le logiche e le strategie sono differenti tra di loro e quindi c'è una effettiva difficoltà nella coesistenza; un dato comune è che le imprese rivolte al tecnico lo saranno sempre più.

I tessili funzionali possono costituire una possibile area di sintesi e di coesistenza efficace.

Un altro tema di riflessione è quello relativo al livello tecnologico delle imprese tessili: quelle dedicate al tecnico appaiono di un livello superiore, anche se, nella realtà, una parte significativa del tessile tecnico è oggi a tecnologia medio-bassa, allo stesso livello del tessile tradizionale per l'abbigliamento.

Questa situazione è destinata comunque a modificarsi, proprio sulla spinta delle applicazioni di nicchia che pongono esigenze sempre più sofisticate e per rispondervi si deve fare riferimento sempre più a tecnologie innovative e non ancora diffuse nel sistema tessile.

Tutte queste capacità acquisite potranno essere poi utilizzate anche per lo sviluppo del tessile tradizionale, con particolare riferimento a quello funzionale.

Dimensioni del mercato

Il problema del dimensionamento del mercato deve essere affrontato e risolto assieme a quello delle definizioni dei campi di attività ed è un problema complesso ed i dati statistici disponibili ed affidabili sono scarsi Negli studi specifici, realizzati negli anni ‘80, si riportavano valutazioni sullo sviluppo raggiunto a livello mondiale dai tessili tecnici e veniva riportata la previsione che la quota-parte dei tessili tecnici sulla produzione complessiva di tessili era destinata a salire; in particolare in Europa si sarebbero raggiunte,nel breve-medio periodo, le quote già raggiunte negli USA e in Giappone.

Anche i dati in studi successivi confermano che il mercato dei TIT presenta un’elevata capacità di crescita e costituisce un polo di attrazione di consistenti quote di consumo tessile.

Può essere anche interessante affrontare la realtà dei tessili tecnici da un punto di vista del tutto diverso, quello del produttore di fibre in funzione appunto delle fibre impiegate.

Molte delle fibre utilizzate nei TIT sono fibre esotiche: il termine fibre esotiche sta ad indicare quelle fibre che hanno caratteristiche particolari e che sono state progettate e realizzate al fine proprio di ottenere alcune prestazioni necessarie per specifiche applicazioni. A questo proposito deve essere sottolineata la relatività dei concetti riportati; probabilmente le tecnologie, le materie prime, le applicazioni più vicine o simili a quelle tradizionali, avranno tassi di crescita più contenuti rispetto a quelle più innovative.

Il comparto dei Tessili Tecnici, nella sua accezione più ampia, è in una fase di crescita che coinvolge ricerca di base ed applicata. Questo vale sia per le materie prime che per le tecnologie di processo che per le applicazioni.

Applicazioni dei tessili tecnici

Le applicazioni dei Tessili Tecnici sono molteplici ed estremamente differenti tra loro: si va da applicazioni sofisticate di prodotti molto costosi ad altre più diffuse per prodotti a minor contenuto innovativo e di costo più modesto. D'altra parte alcune applicazioni sono ormai mature, mentre altre stanno vivendo una prima fase del loro sviluppo.

Una classificazione delle applicazioni abbastanza generale può essere la seguente:

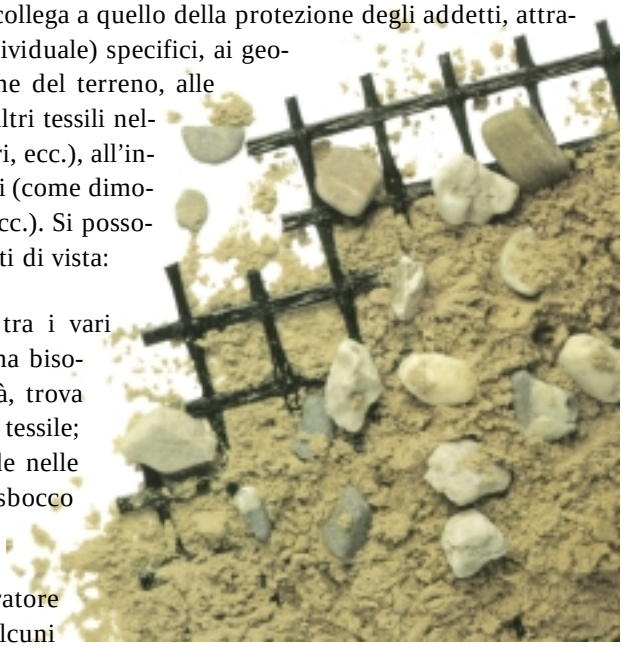
- Agrotessili
- Compositi
- Industria
- Ingegneria civile (Geotessili e Costruzioni)
- Medico-sanitarie
- Protezione
- Sport e tempo libero
- Tessile funzionale
- Trasporti

Si utilizzerà questo schema per dare una prima descrizione del sistema dei tessili tecnici.

Agrotessili

L'agricoltura ha numerosi legami con il mondo dei tessili tecnici: proteggere ed aiutare i raccolti, stoccare i prodotti sono le funzioni fondamentali degli agrotessili, ma anche proteggere gli addetti ed in generale l'ambiente.

Il settore degli agrotessili quindi si collega a quello della protezione degli addetti, attraverso DPI (dispositivi di protezione individuale) specifici, ai geotessili, per la preparazione e la gestione del terreno, alle applicazioni industriali (ad esempio i filtri tessili nell'industria casearia; i nastri trasportatori, ecc.), all'industria dell'imballaggio, alle costruzioni (come dimore provvisorie per animali ed addetti, ecc.). Si possono analizzare gli agrotessili da due punti di vista:



- quello dell'operatore agricolo che tra i vari prodotti ed apparecchiature di cui ha bisogno, e che impiega nella sua attività, trova anche prodotti riferibili all'industria tessile;
- quello dell'operatore tessile che vede nelle applicazioni agricole un mercato di sbocco per i suoi prodotti.

Visti dal punto di vista dell'operatore agricolo i tessili tecnici sono, per alcuni

versi, prodotti consueti, noti ed usati da sempre, per altri si tratta di prodotti innovativi che vanno a sostituire prodotti e procedure tradizionali, per altri ancora si tratta di funzioni del tutto nuove che il tessile tecnico racchiude in sé. Volendo centrare l'attenzione sulle principali applicazioni del tessile in agricoltura, si possono indicare le funzioni fondamentali che il tessile può assolvere:

- aumentare l'efficacia nella gestione del terreno, delle risorse idriche, degli ausiliari e del lavoro;
- migliorare la qualità e la quantità dei raccolti;
- migliorare la qualità del lavoro degli addetti;
- migliorare la salvaguardia dell'ambiente.

Ponendosi invece dalla parte dell'operatore tessile, l'attenzione è rivolta a:

- dimostrare la superiorità qualitativa e la competitività economica dei materiali e dei metodi innovativi rispetto a quelli tradizionali;
- riuscire a servire un mercato tipicamente mondiale, ma con esigenze estremamente diversificate;
- adottare strategie appropriate per competere anche in un mercato fatto di prodotti base, considerati come commodity.

Le applicazioni più significative e tipiche nel mondo agricolo riguardano la crescita e la raccolta di prodotti vivi e di alimenti, dalla produzione di cereali, cotone, tabacco, alla silvicoltura, all'orticoltura (frutta, vegetali, alberi e fiori), all'allevamento di pollame e di animali in genere. Sono poi di interesse per il mondo agricolo molte altre applicazioni, che non si sono sviluppate al suo interno:

- geotessili, impiegati per il drenaggio e la rigenerazione dei terreni;
- sacchi per imballare sementi e granaglie;
- nastri trasportatori per la manipolazione dei prodotti;
- tubazioni per irrigare e per applicazioni idrauliche;
- filtri per purificare latticini ed oli, ed in generale i filtri impiegati nell'industria agroalimentare;
- filtri per purificare gli effluenti.

I principali prodotti agrotessili, ormai consolidati, sono:

- reti, corde e spaghi;
- corde per l'orticoltura e per le balle;
- tessuti di protezione (da grandine, sole, vento, pioggia, gelo, animali, uccelli ed insetti);
- pacciame artificiale e coperture isolanti del terreno;
- nontessuti capillari per il trasporto di sementi, nutrimenti, umidità;
- copertoni e teloni multiscopo;
- substrati per culture idroponiche;
- terreno-contenitori per il trasporto di piantine.

Dal punto di vista tessile si tratta di materiali sintetici, in particolare di polipropilene (PP) e polietilene (PE), prodotti come filati, film, nontessuti, maglie e tessuti.

Si utilizza tuttavia anche una quota notevole di fibre naturali, sisal ed juta in primo luogo, che si ritrovano non solo nelle aree in via di sviluppo (es. India dove queste fibre rappresentano una buona fonte di materia prima), ma anche nei paesi più avanzati, dove si desidera avere dei prodotti biodegradabili che non causino problemi alla fine del loro impiego o se ingeriti dagli animali.

I prodotti più nuovi sono:

- nontessuti leggeri per coperture di protezione da gelo ed uccelli che vengono sostenuti dalle piante in crescita;
- nontessuti capillari per l'orticoltura per dare un ottima irrorazione delle piante; questi prodotti, avendo il fertilizzante ed il pesticida incorporato direttamente nel substrato tessile, assicurano una somministrazione più efficace e meno invasiva rispetto allo spray o allo spargimento;
- prodotti superassorbenti che aiutano la ritenzione di liquidi;
- frangivento attorno ai raccolti e agli insediamenti degli animali, per costituire dei rifugi semipermanenti;
- reti ombreggianti per la protezioni di piante o di serre, per ridurre il salto termico sia in estate che in inverno;
- nontessuti per la protezione di sementi e piante che possono essere innaffiate senza rimuovere la protezione;
- reti di maglia per la protezione dagli uccelli e per dare un sostegno alle piante rampicanti;
- tessuti per controllare la crescita delle erbe infestanti: i pori della struttura consentono la penetrazione al suolo di acqua, aria e nutrimento.

Dimensioni, trend e carattere della domanda per gli agrotessili dipendono dal bilancio di un complesso di fattori, ma la spinta fondamentale è costituita dalla crescita della popolazione mondiale, che fa cresce il fabbisogno alimentare. Le prospettive complessive per gli agrotessili sono buone, soprattutto per i nontessuti; le applicazioni finora consolidate sono modeste, se si considera la vastità delle aree destinate alle coltivazioni ed i significativi vantaggi ottenibili con l'impiego del tessile.

Un problema è costituito dalla velocità d'acquisizione delle nuove tecnologie da parte del-

l'industria; il livello d'accettazione dei prodotti nuovi, e dei tessili in particolare, varia molto, anche nelle aree più evolute.

Nei paesi avanzati le aree destinate alle coltivazioni diminuiscono: allora il tessile tecnico può aiutare la crescita della produttività specifica, migliorando artificialmente le condizioni climatiche e lo sviluppo dei prodotti: infatti molti dei prodotti tessili riescono a rispondere ad esigenze specifiche e puntuali, magari differenti da paese a paese. La Cina, ad esempio, ha solo il 7% della superficie arabile mondiale, contro il 22% della popolazione e per questo il governo incentiva lo sviluppo delle tecnologie legate all'agricoltura; si stima che l'impiego degli agrotessili sia destinato a quadruplicare in cinque anni.

Consumi agrotessili (migliaia di tonnellate)	1985	1990	1995	2000	2005
Fibre e filati	554	661	741	895	1021
Tessuti	147	186	222	306	373
Nontessuti	9	15	19	26	40
Altri tessili	398	460	499	563	608
Totale	554	661	741	895	1021

Consumi agrotessili (milioni US$)	1985	1990	1995	2000	2005
Fibre e filati	1382	1707	1927	2336	2700
Tessuti	1213	1529	1815	2355	2841
Nontessuti	43	69	89	123	181
Altri tessili	1200	1423	1562	1776	1922
Totale	2456	3021	3466	4255	4944

Consumi agrotessili (milioni US$)	1985	1990	1995	2000	2005
Europa Occidentale	579	621	642	675	722
Europa Orientale	116	120	63	73	106
Nord America	520	550	590	624	663
Sud America	54	67	83	97	117
Asia	1109	1547	1913	2566	3070
Altri	77	116	175	220	266
Totale	2456	3021	3466	4255	4944

Uno degli attori principali è l'industria chimica che produce le materie prime, le fibre; ad esempio il polipropilene ha sostituito sisal ed juta: molti piccoli operatori, che servivano un mercato specifico, si sono riconvertiti con delle linee di produzione di polipropilene in monofilamento e fettucce e continuano a fornire i loro mercati specialistici.

I prodotti di base (come spaghi e corde) hanno la tendenza a concentrarsi in aree a basso costo del lavoro: per questi prodotti le politiche di marchio sono praticamente inesistenti.

Per il nontessuto: ci sono pochi produttori, perché occorrono tecnologie abbastanza sofisticate per realizzare i nontessuti che servono, molto leggeri, ottenuti con lo spunbonded. In questi casi le economie di scala giocano un effetto notevole.

In molti paesi il mercato agricolo è servito da canali distributivi estremamente frammentati e tradizionali. Molti venditori locali offrono non solo i prodotti tessili, ma anche apparecchi, alimenti per gli animali, ecc. In questa situazione i fornitori di prodotti tessili sono marginali, hanno come competitori omologhi mondiali e non possono controllare la catena della distri-

buzione. Esistono così degli assemblatori della filiera, che presentano una varietà di prodotti, distinti, ma correlati tra di loro, realizzati direttamente o comprati da altri operatori e inseriti nel mercato per arrivare fino a servire la piccola utenza finale. Si tratta di una strategia focalizzata sul cliente finale, per raccordare le esigenze di un mercato di sbocco molto ben definito, ma caratterizzato da una grande varietà di prodotti e di tecnologie. Offrendo una vasta gamma di prodotti, spesso con un marchio, queste aziende hanno realizzato un controllo sulla catena di distribuzione, potendo così opporsi alle importazioni più economiche, ma senza marchio.

Anche alcuni tra i più importanti produttori di nontessuto in PP utilizzano questi assemblatori per rifornire piccoli utilizzatori, ma anche per conoscere gli effettivi bisogni del mercato e poter essere competitivi rispetto ai prodotti più tradizionali di basso costo. Così riescono ad avere ordini più importanti anche per i prodotti standard.

Le dimensioni del mercato degli agrotessili sono importanti, in relazione al mercato dei tessili tecnici, ma anche in assoluto; inoltre sembra evidente che il loro ruolo è destinato a crescere. Come esempio si possono indicare i dati aggregati riportati dalla già citata ricerca di David Rigby [1].

Compositi

I materiali compositi hanno proprietà (fisiche, chimiche, ecc.) che sono considerevolmente diverse, e molto spesso migliori, dalle proprietà dei singoli costituenti. Anche molti tessili tecnici si presentano sotto forma di materiali compositi tessili, che consistono di due o più materiali di diversa natura, collegati tra di loro per adesione o coesione (mediante un terzo materiale). Tipiche forme di presentazione sono:

- i compositi stratificati (superfici spalmate od accoppiate, laminati);
- i compositi a matrice (es. nontessuti coesionati con un legante).

Sotto il profilo della struttura, oltre ai tessili spalmati (supporti tessili, superficie o substrato in plastica) meritano considerazione le sostanze plastiche a contenuto tessile (supporto in plastica, strato esterno in materiale tessile). I componenti sono collegati tra di loro di solito per adesione. Le strutture composite sono formate da un substrato in tessuto di fibre impregnate e protette da una matrice polimerica flessibile o rigida.

Le strutture di rinforzo possono essere anche strutture tessili: queste rientrano a pieno titolo nell'area dei tessili tecnici. In particolare vengono impiegati:

- Tessuti unidirezionali: sono utilizzati dei trefoli di fibre orientate in un'unica direzione ed allineate su di un piano.

- Tessuti intrecciati convenzionali: la maggior parte dei tessuti più comunemente utilizzati sono intrecci convenzionali di trefoli di filamenti. La struttura intrecciata blocca i filamenti dell'ordito e della trama. I filamenti della trama e dell'ordito non sono completamente distesi ma, nel sovrapporsi alternativamente, si incurvano aumentando la deformabilità finale del tessuto.
- Tessuti ad intreccio piano e mat: un intreccio piano viene utilizzato per tessuti da impregnare e ricoprire con una matrice polimerica al fine di eliminare l'incurvamento dei filamenti fuori dal piano del laminato e di ottenere un materiale con proprietà elastiche più uniformi; in questo tipo di struttura, i filamenti della trama sono solo appoggiati su quelli dell'ordito (non intrecciati con essi) e vengono successivamente cuciti fra loro con un filamento molto leggero; le fibre possono essere disposte in modo ordinato (tese ed allineate) o disordinato (curve e non allineate come nei mat). In questo caso, d'altra parte, è difficile prevedere quali possano essere le caratteristiche meccaniche del materiale risultante.

- Tessuti ad intreccio su più assi: l'uso di tessuti multiassiali è finalizzato all'ottenimento di una maggiore resistenza allo strappo ed agli sforzi di taglio; un esempio di tessuto intrecciato su più assi è quello triassiale nel quale i filamenti sono disposti con angoli prefissati, di solito 45°, 60°.

I principali settori di applicazione sono quelli dei trasporti, dell'elettronica, delle costruzioni e dell'ingegneria civile in generale. Più specificamente si possono richiamare:

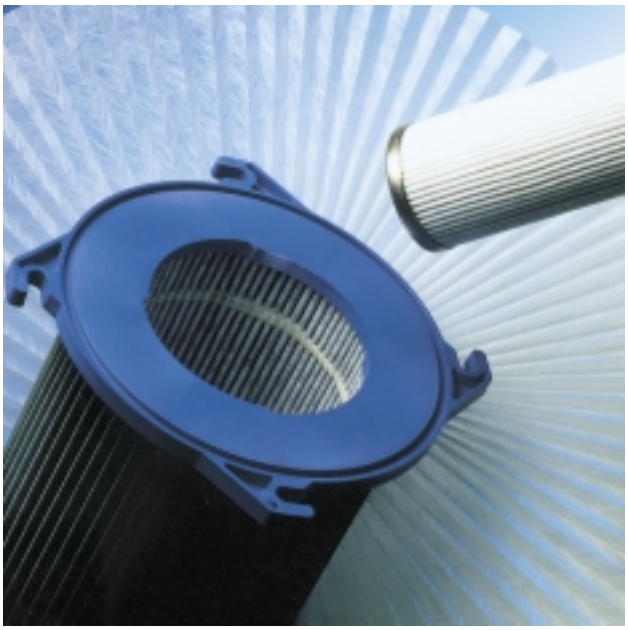
- le costruzioni (profilati, putrelle....);
- i trasporti (parti di carrozzeria, serbatoi....);
- l'aerospaziale (parti strutturali di satelliti, motori spaziali....);
- il settore marino (parti resistenti alla corrosione, gomene...);
- il settore elettrico-elettronico (circuiti stampati...);
- lo sport ed il tempo libero (sci, barche, racchette, pattini...).

La spinta fondamentale per il loro impiego è data dalla loro leggerezza e dalla loro grande inerzia rispetto agli agenti esterni che causano l'invecchiamento dei materiali tradizionali.

La loro penetrazione nei mercati è collegabile anche alla necessità dei progettisti di avere a disposizione materiali in grado di fornire una più elevata durata di servizio, minori costi di manutenzione, una facile riparabilità ed anche alla possibilità di sviluppare nuove applicazioni.

Le principali aree di ricerca riguardano:

- l'ottimizzazione della formulazione (rapporto matrice/rinforzo, miglioramento della stabilità termica ed ambientale...);
- il controllo della microstruttura e delle condizioni di interfaccia;
- l'ottimizzazione dei processi (migliore comprensione delle relazioni tra parametri di processo e prestazioni in condizioni di esercizio...);
- la caratterizzazione quantitativa del comportamento a partire dalla microstruttura (comportamento meccanico a breve e lungo termine, rapporto ambiente di lavoro/prestazioni meccaniche, caratterizzazione chimico-fisica in relazione ad invecchiamento, resistenza a solventi, ad irraggiamento, alla degradazione termica...);
- lo sviluppo di tecniche di indagine non distruttive.



Applicazioni industriali

Le applicazioni industriali sono le più disparate e stanno crescendo in tipo ed in numero; alcune di queste applicazioni sono caratterizzate da una certa omogeneità e possono essere trattate in modo adeguato come, ad esempio, i tessili per la filtrazione.

I tessili tecnici offrono specifici vantaggi in questo ambito specifico, in quanto la porosità e la superficie specifica possono essere adattate alle più diverse situazioni. I settori interessati sono molteplici e vanno dall'industria alimentare a quella chimica a quella meccanica.

Le innovazioni più significative riguardano l'uso di fibre e tessuti ad alte prestazioni quali le fibre di carbonio attivato, i non tessuti a base di microfibre, le fibre ad alta resistenza termica, come le aramidiche.

Gli sviluppi di tessuti e fibre ad alte prestazioni sembrano essere in grado di aprire nuove possibilità in termini di aumento delle prestazioni e durata dei filtri e nuove applicazioni.

I tessili per la filtrazione possono suddividersi in:

- filtrazione delle polveri, con problemi particolari per maschere e filtrazione ad alta temperatura;
- separazione e purificazione dei gas;
- filtri per sigarette;
- filtrazione dei liquidi: separazione solido-liquido, separazione liquido-liquido, materiali per scambio ionico per la purificazione degli effluenti industriali, impiego di fibre cave per la filtrazione nell'osmosi inversa.

Anche in questo caso si va da applicazioni abbastanza convenzionali ad altre molto più avanzate; anche la tipologia delle materie prime impiegate può variare enormemente, dalle fibre tradizionali a quelle ad alte prestazioni, quando i fluidi da trattare presentano caratteristiche aggressive (temperature elevate, presenza di acidi, ecc.)

Ingegneria civile

I tessili tecnici sono in grado di offrire una serie di soluzioni potenzialmente di grande aiuto per i progettisti del settore, potendo mettere a disposizione materiali ad elevate prestazioni ai fini della resistenza meccanica e dei materiali di rinforzo, isolamento termico ed acustico, tenuta agli agenti atmosferici, protezione rispetto alle radiazioni, al fuoco, all'elettricità statica.

In particolare i materiali compositi trovano un uso crescente per fronteggiare le problematiche inerenti ai terremoti.

La loro penetrazione tuttavia è ancora in qualche modo rallentata, sia per l'andamento ciclico del settore, sia per la diffidenza ad adottare nuove tecniche e nuovi materiali che richiedono competenze e capacità differenti da quelle più consolidate e diffuse, da parte dei progettisti e degli utilizzatori.

Il settore delle applicazioni riferibili all'ingegneria civile ed all'industria delle costruzioni utilizza quantità importanti di tessile. Anche restringendo il campo d'analisi a questo segmento la realtà si presenta estremamente varia ed eterogenea: prodotti ed applicazioni sono spesso molto differenti tra di loro e richiedono prodotti e processi del tutto differenti gli uni dagli altri. Una prima grande suddivisione pone da un lato i prodotti che vanno a contatto del terreno e nel terreno, i geotessili, e dall'altro tutto quello che entra nelle costruzioni vere e proprie. Per descrivere il settore è opportuno dare un dettaglio maggiore individuando alcune aree specifiche:

- geotessili;
- membrane per costruzioni;
- rinforzi;
- materiali compositi.

Per sollecitare i progettisti a prendere in esame la possibilità di impiegare materiali funzionali d'origine tessile, per integrarli nei loro sistemi-metodi di costruzione, è necessario riuscire a comprendere il funzionamento dei materiali.

I nuovi materiali consentono di costruire in maniera rapida strutture destinate però a durare nel tempo. Questi nuovi materiali poi necessitano di sistemi di messa in opera standard e ripetitivi per economizzare le tecniche e quindi diffonderne gli impieghi.

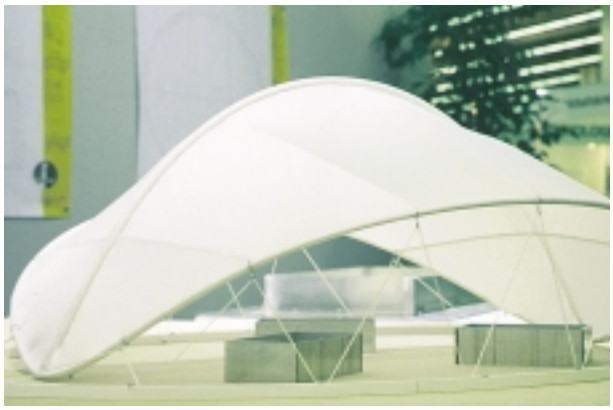
L'abbinamento tessile-scheletro di metallo è una delle forme impiegate per costruzioni temporanee che trovano applicazioni in ambiente civile e militare.

Le strutture possono essere sostenute da uno scheletro o dall'aria: quelli ad aria richiedono una quantità notevole e crescente d'aria e non sono adattabili là dove le aree da coprire sono grandi e sono grandi anche le aperture che si devono fare. L'armatura può essere sia metallica che tessile gonfiata con aria.

- Miglioramento dei materiali per strutture: i tessuti pesanti spalmati per membrane architettoniche sono già utilizzati da alcuni decenni; spesso si avverte oggi una tendenza ad ottimizzare le prestazioni dei materiali, piuttosto che ad innovare drasticamente le prestazioni e le strutture (resistenza all'idrolisi e resistenza al fuoco sono le due caratteristiche fondamentali per questi usi).

- Armature per costruzioni tradizionali: le fibre di polivinilalcol (PVA), resistenti agli alcali, sono utilizzabili per il rinforzo del cemento in alternativa al metallo.

- I compositi nelle costruzioni: i nuovi materiali tessili non sono solo dei materiali di sostituzione con caratteristiche controllate: ma sono all'origine di un nuovo sito, che combina modernità, bellezza e comfort ambientale.



La ricerca sta proponendo sempre più soluzioni innovative, come, ad esempio, gli edifici biomimetici ed, in generale, gli edifici intelligenti.

Anche i compositi a base tessile possono trovare ampi spazi nell'ingegneria civile: hanno delle prerogative di estremo interesse perché rispondono in maniera ottimale a nozioni quali la resistenza e la multifunzionalità (termiche, acustiche) ed integrano bene le funzioni. L'affidabilità di questi materiali è superiore a quella dei materiali tradizionali, se il progetto è frutto di una reale analisi di sicurezza e di durabilità, in funzione delle condizioni reali delle sollecitazioni.

La ricerca continua del comfort, del risparmio energetico, in sede di progetto d'utilizzo, la necessità d'industrializzare le costruzioni (riduzione dei pericoli per sinistri) vanno tutti in direzione dello sviluppo dell'impiego dei compositi.

Questo sta portando i progettisti a pensare a nuove strutture ed a nuove cellule bioattive. La ricerca sta mettendo a punto nuove fibre, nuove strutture tessili e nuovi processi di trasformazione. Le potenzialità di sviluppo dei compositi sono reali: le difficoltà sono prima ancora di mentalità e di competenze che tecniche.

I geotessili

Col termine di geotessili vengono definiti nontessuti, tessuti e materiali compositi in fibre sintetiche, impiegati a diretto contatto con il terreno. I geotessili costituiscono una famiglia di applicazioni di particolare rilievo per le dimensioni assolute, per il notevole tasso di crescita, per la tipologia delle materie prime che impiegano e per le tecnologie che coinvolgono. I geotessili vengono impiegati in prevalenza per fini di separazione, filtrazione, drenaggio, armatura e come argini. In molti casi vengono soddisfatte contemporaneamente anche più funzioni. Essi hanno sempre la caratteristica di essere permeabili all'acqua.

• Separazione. I geotessili vengono più frequentemente impiegati per la separazione di strati di terreno a diverse caratteristiche, ad es. per ostacolare la penetrazione di particelle di grana fine in uno strato composto da grana grossa. Nello stesso tempo, le sollecitazioni locali di pressione vengono mantenute entro limiti circoscritti, in modo da evitare il pericolo di una perforazione e/o la miscelazione nel caso di una gettata su sottofondo poco stabile. A tal fine si rende necessaria una sufficiente resistenza ed un buon comportamento sotto carico statico permanente.

• Filtrazione. Grazie alla resistenza alla filtrazione (capacità di trattenuta da parte del terreno) ed alla loro efficacia di filtrazione idraulica (scarico senza pressione di acqua d'infiltrazione), avvalendosi dei geotessili è possibile evitare l'originarsi di fenomeni di erosione.

- Drenaggio. Nel caso di nontessuti di una certa voluminosità, è possibile al loro livello scaricare acqua filtrante.

- Armamento. Le esigenze di armamento possono venir soddisfatte solo dai geotessili che già a bassi livelli di allungamento siano in grado di assorbire elevati sforzi di trazione. Il prodotto del modulo elastico per la sezione deve esser il più possibile elevato. È necessario un buon comportamento ai carichi statici permanenti.

- Protezione. I geotessili possono venir impiegati per la protezione di teli di guarnizione in plastica e di rivestimenti di guarnizioni soggetti a danneggiamento meccanico provocato dal sottosuolo, dal materiale di riempimento o dai materiali di copertura. Spesso si richiede contemporaneamente un effetto di drenaggio.

In funzione della struttura i geotessili possono essere così classificati:

- geotessili nontessuti;
- geotessili tessuti;
- biotessili;
- biostuoie;
- geogriglie;
- geocompositi di drenaggio;
- geocelle;
- biocelle.

TIT (milioni US$)	Costruzioni	Geotessili	Totale
1985	1.460	468	1.928
1990	2.109	834	2.943
1995	2.676	1.171	3.847
2000	3.387	1.857	5.244
2005	4.316	2.656	6.972

I principali esempi di applicazione dei geotessili nell'ingegneria civile riguardano:

- strade e piste di cantiere;
- aree di stoccaggio, piazzali e parcheggi;
- rilevati stradali e ferroviari;
- strutture in terra rinforzata;
- impianti sportivi vari;
- opere drenanti;
- drenaggi a contatto con strutture di fondazione e opere di sostegno;
- dighe in materiali sciolti;
- protezioni di sponda di corsi d'acqua;
- opere di difesa dell'erosione.

TIT (migliaia t)	Costruzioni	Geotessili	Totale
1985	508	99	607
1990	683	178	861
1995	849	251	1.100
2000	1.026	400	1.426
2005	1.266	574	1.840

TIT (%)	Costruzioni	Geotessili	Totale
1985	8,40%	1,60%	10,00%
1990	8,70%	2,30%	11,00%
1995	9,10%	2,70%	11,80%
2000	9,10%	3,50%	12,60%
2005	9,20%	4,20%	13,40%

Nelle tabelle qui sopra diamo alcune indicazioni sulle dimensioni del mercato specifico delle applicazioni ingegneristiche dei TIT.

Applicazioni medico-sanitarie

In questa famiglia convivono prodotti diversissimi tra di loro: si passa da prodotti di largo impiego e sostitutivi di tessili tradizionali (i cosiddetti tessili ospedalieri) a prodotti di estrema sofisticazione come i prodotti per sostituire i vasi sanguigni.

Il settore appare caratterizzato dalla crescita della domanda causata sia dalla forte crescita della popolazione dei paesi in via di sviluppo, sia da problematiche specifiche nel mondo industrializzato, come quella della popolazione in età avanzata, ma non solo di quella.

Esistono sostanzialmente due tipi di applicazioni: una quella basata sui non tessuti per prodotti usa e getta a basso valore aggiunto, dove esiste una competizione molto dura ed una con mercato di nicchia con volumi limitati ad alta specializzazione ed alto valore aggiunto.

È da tener presente anche che, nel primo caso, le tecnologie sono fortemente automatizzate, richiedono forti investimenti in impianti ed hanno una bassissima incidenza del lavoro, mentre nel secondo l'incidenza del lavoro e la manualità hanno un peso maggiore.

Per le funzioni che sono chiamati a svolgere, quali materiali per protesi, antibatterici, prodotti biocompatibili, oppure a degradazione controllata devono rispondere a precise normative stabilite in sede dell'UE.

Le linee di ricerca e sviluppo interessano, in particolare grazie all'uso di fibre a prestazioni sempre più ottimizzate, le protesi vascolari, le protesi per legamenti (come il legamento crociato del ginocchio), materiali per sutura e per i nervi, ed i tessuti per uso ospedaliero, come quelli per sala operatoria che devono assicurare sicurezza da diversi punti di vista e confort ad un costo compatibile.

Protezione

Proteggere l'uomo, il suo ambiente e le cose è una delle esigenze prioritarie che vengono soddisfatte, tra l'altro, da specifiche categorie di tessili tecnici.

In particolare si parla di protezione contro il fuoco e le alte temperature, contro le azioni meccaniche (tagli, strappi) contro gli agenti chimici, ecc. Per la protezione dell'uomo si va dalle tute per lavori pericolosi (pompieri, saldatori, militari...) ai guanti da lavoro, ai giubbotti antiproiettile, dall'abbigliamento ospedaliero (tessuti barriera in sala operatoria...) alla protezione contro le onde elettromagnetiche. Per le cose si tratta di proteggerle dal fuoco (vedi l'impiego di tessuti d'arredo FR) dall'intrusione, dal vandalismo, ecc.

Il mondo della protezione rappresenta quindi uno degli ambiti in cui si concentra lo sforzo di messa a punto di nuove fibre e materiali di prestazioni sempre più avanzate. La sicurezza personale, in particolare, investe oggi tutti i campi della vita, professionale e non. I prodotti che vengono sviluppati devono ovviamente confrontarsi con precise e stringenti normative a livello europeo.

Accanto a queste linee di attività classiche si devono evidenziare alcuni sviluppi che riguardano:

- funzione antistatica per la dissipazione di cariche statiche, tramite fibre metalliche, fibre chimiche trattate con rame o con finissaggi antistatici;

- funzione antirilascio, grazie a tessuti che impediscono ogni emissione di particelle, da utilizzare, ad esempio, per lavorazioni particolari come quelle dell'industria alimentare, farmaceutica, elettronica;
- isolamento elettrico, dal momento che la maggior parte delle fibre sono praticamente isolanti;
- protezione contro le radiazioni infrarosse che possono essere bloccate con la metallizzazione delle superfici tessili, e contro le radiazioni UV, che possono essere trattate incorporando ossidi metallici nelle fibre stesse o con opportuni rivestimenti dei tessuti con processi come il sol-gel;
- protezione contro il rischio nucleare, batteriologico, chimico, ad esempio tramite l'uso di fibre di carbonio;
- protezione contro le radiazioni elettromagnetiche sempre tramite l'uso di tessili conduttori;
- protezione contro situazioni di pericolo come l'uso di tessili ad alta visibilità.
- funzioni di schermaggio, in particolare per la protezione degli edifici contro le onde elettromagnetiche.

Sport e tempo libero

Il tempo libero e le attività sportive, professionali ed amatoriali, stanno assumendo un'importanza sempre maggiore e definiscono stili di vita che riguardano anche di abbigliamento e quindi i tipi d'uso del tessile.

Molto dell'abbigliamento sportivo deve avere delle prestazioni tecniche di rilievo (tessuti antiattrito per agonismo, dalla velocità in bicicletta ai costumi da bagno; tessuti protettivi e traspiranti per sci e alpinismo). Ma anche molti oggetti impiegati nello sport hanno un forte contenuto tessile (racchette e mazze in composito tessile, tavole da surf, vele e sartie). Infine anche le tende da campeggio, gli articoli da montagna, ecc. sono prodotti tipicamente tessili.

Sport e tempo libero sono settori in espansione che esprimono, anche a livello non competitivo, una domanda in continua crescita di prodotti con prestazioni sempre migliori.

Le principali aree di sviluppo sono quelle collegate alla messa a punto continua di nuove fibre e di nuove strutture tessili; in particolare:

- tessili leggeri ad alta resistenza meccanica, allo strappo ed all'abrasione (per vele, parapendii, per le attività in montagna);
- tessili con elevato comfort fisiologico, con prestazioni controllate per quanto riguarda il calore, la traspirazione, l'impermeabilità in relazione alle differenti situazioni ambientali;
- tessili per la sicurezza, sempre in relazione ad attività diverse (ad esempio per il motociclismo);
- tessili per migliorare le prestazioni sportive, tramite l'impiego di nuovi materiali come i compositi in grado di ottimizzare il rapporto peso/prestazioni (con applicazioni nel tennis e nella pesca).

Tessile funzionale

Al tessile anche quello più tradizionale vengono richieste sempre più spesso, prestazioni con contenuto tecnico elevato: tessuti easy-care, tessuti antibatterici e freschi, tessuti traspiranti, ecc. accompagnano un impatto estetico tattile valido per il mercato, con una funzionalità sempre più spinta.

Così tra tessili tecnici e tessili moda si sono venute a formare delle aree di sovrapposizione sempre maggiori.

Anche il tessile tradizionale deve proporre continuamente prodotti percepiti come nuovi e differenti sia dal passato che dalla proposta della concorrenza; sempre più spesso alle caratteristiche estetiche e visive (nuovi colori, nuove strutture tessili...) si affiancano funzioni aggiuntive che rispondono ad esigenze oggettive, ma danno anche un'impronta tecnologica, moderna ed innovativa al prodotto tessile.

L'esperienza tecnologica, maturata nel tessile tecnico, derivante dall'impiego di fibre tecniche e di processi specifici e diventa così un elemento di forza anche per questo tessile definito appunto come funzionale.

Trasporti

I trasporti sono uno dei più importanti mercati di sbocco per i tessili tecnici: quelli su terra (auto e ferrovie) quelli aerei e quelli marini utilizzano tutti dei materiali tessili con tratti comuni molto importanti, assieme ad altri evidentemente distintivi. In termini generali i tessili assolvono, nei trasporti, funzioni di arredo, funzioni tecniche e funzioni strutturali.

Le prime riguardano gli interni dei veicoli (l'abitacolo dell'auto, la cabina dell'aereo e della nave), le seconde si riferiscono agli apparati di sicurezza (cinture di sicurezza, nell'auto e nell'aereo, airbag, canotti e sistemi di salvataggio, scivoli dagli aerei, ecc.) e degli accessori (filtrazione, cinghie di trasmissione, separatori di batterie, cordami, ecc.); le funzioni strutturali, infine, riguardano i materiali, in generale compositi a rinforzo tessile, che sostituiscono, in tutto o in parte, materiali tradizionali, quali metalli, leghe, materiali plastici, ecc.

La prima distinzione necessaria riguarda la struttura stessa del mercato: per l'auto si producono giornalmente migliaia d'unità di uno stesso modello, mentre si realizzano, nel mondo, solo qualche centinaia d'aerei e qualche decina di grandi navi.

Nel caso dell'auto il costo è la variabile fondamentale ed è influenzato in maniera decisiva dall'ingegnerizzazione e dalla logistica: il processo domina sul prodotto.

Per gli aerei invece sono le prestazioni del prodotto ad avere un ruolo decisivo: la sicurezza e l'affidabilità assumono un'importanza straordinaria se paragonata a quelle, pur necessarie per l'auto, così come la leggerezza del materiale.

Non a caso, infatti, molte delle nuove fibre e dei nuovi materiali sono stati messi a punto proprio per realizzare strutture estremamente resistenti, ma leggere, capaci di sopportare sollecitazioni meccaniche notevoli, ma anche il fuoco e gli agenti chimici.

Quindi, da un lato, i tessuti per arredo obbediscono alle logiche che dominano il sistema tessile: estetica, facilità di manutenzione, prezzo, sono gli elementi strategici che fanno il successo anche di un tessuto per arredare un'auto, successo che significa quello dell'auto nel suo insieme.

Molte ricerche indicano, infatti, che il peso del decoro tessile nella scelta di un'automobile è notevole, così come la durata nel tempo dello stesso arredo è un indicatore della bontà del veicolo nel suo complesso.

Anche in questo caso il tessuto deve possedere delle caratteristiche tecniche non banali: confezionabilità, resistenza all'usura, ecc. determinano l'impiego nell'auto, così come il possedere buone caratteristiche di resistenza al fuoco ed un buon comfort, ma estetica e tatto sono al vertice delle prerogative richieste.

Per un tessuto d'arredo di un aereo invece è molto più importante il comportamento flame-retardant, sul quale non si può transigere, rispetto ad una mano un po' ruvida o una colorazione non particolarmente attraente.

La situazione, oggi in fase evolutiva, rende sempre più importante, anche per l'uso quotidiano e comune, elementi quali la sicurezza ed è plausibile ritenere che nel prossimo futuro i

tessuti, anche per l'uso privato, e quindi anche quelli per l'auto, dovranno sostenere test di sicurezza sempre più stringenti, secondo capitolati sempre più precisi e selettivi.

Sull'altro versante le soluzioni tecniche più avanzate, quelle strutturali, ad esempio, nate per le applicazioni di punta, stentano ad entrare significativamente nella produzione di massa com'è quella dell'auto, dove le prestazioni non giustificano i costi ancora troppo elevati.

Le parti strutturali per l'auto solo in minima parte sono a base tessile e riguardano solo alcuni modelli e solo alcune parti; ma è realistico ritenere che l'innovazione in atto, che coinvolge i materiali e le tecnologie, riuscirà a proporre soluzioni economicamente accettabili per una gamma di vetture sempre più ampia.

Le previsioni tecnologiche, fatte a metà degli anni '80, di un impiego massiccio di compositi ad alte prestazioni nei trasporti, ad esempio nel motore e nelle sospensioni, si sono rivelate inesatte e in realtà gli impieghi si limitano finora ad applicazioni meno sofisticate.

Spingono comunque nella direzione dell'impiego di compositi la crescente esigenza di leggerezza e quella di ridurre al minimo gli interventi di manutenzione, entrambe soddisfatte da questo tipo di materiali.

Altra variabile sempre più importante è costituita dalla facilità o meno di riciclare un prodotto a fine vita. Da questo punto di vista i compositi non hanno certo delle caratteristiche favorevoli, soprattutto nella famiglia dei termoindurenti, mentre presentano aspetti positivi i materiali termoplastici, che hanno ancora delle difficoltà di natura tecnologica ad affermarsi.

In questa grande eterogeneità si possono trovare alcuni elementi unificanti: uno è costituito dalle materie prime impiegate, le fibre. La scelta delle fibre è dettata, come nel tessile in generale, da esigenze estetiche, di lavorabilità, di prestazioni e di costo. Per l'arredo dominano le fibre man-made ed il poliestere in particolare, ma sta entrando significativamente anche il polipropilene.

Per i pneumatici, ad esempio, dopo il dominio, nel passato, delle fibre più tradizionali, vengono usate, ancora in piccole applicazioni, fibre high tech come le aramidiche, che incrementano la sicurezza riducendo il peso del copertone in maniera significativa.

Le ferrovie costituiscono un'altra nicchia del mondo dei trasporti, sempre riguardo all'arredo (poltrone, tappeti, rivestimenti, tendaggi) ed alle parti strutturali dei vagoni.

Infine per l'aereo la variabile fondamentale è la sicurezza, abbinata alla leggerezza delle soluzioni proposte.

Il tessile trova quindi, anche nell'aereo, una varietà di possibili applicazioni: l'arredo (con

sedili, tende, tappeti, moquette...), la sicurezza (con cinture di sicurezza, scivoli...) e le parti strutturali (con flap, ali, carlinga, strutture, pale d'elicottero, freni...).

Un rilievo particolare, nel caso dei trasporti, sta assumendo il problema di rispondere alla direttiva ELF (end of life vehicle) dell'UE sul riciclaggio delle autovetture.

Questo si traduce, sia nella messa a punto di nuovi prodotti tessili, sia nella necessità di sviluppare tecnologie per il riciclaggio ed il riuso.

Questo problema, tra l'altro, investe tutti i principali componenti tessili, dai materiali per l'isolamento termico ed acustico, ai materiali per la sicurezza, come cinture ed airbag, ai pneumatici, agli interni, ai componenti strutturali come quelli anticrash.

La variabile ecologica viene quindi ad assumere un rilievo specifico per le proprietà che devono caratterizzare un tessile per automobile, quali resistenza meccanica, resistenza termica, resistenza alla luce ad agli UV, resistenza alla carica biologica, durata compatibile con quella della vettura, non tossicità, non cancerogenità.

TIT (migliaia di t)	Trasporti	Tessili tecnici	Incidenza Trasporti %
1985	1.408	6.062	23,20
1990	1.774	7.844	22,60
1995	1.918	9.321	20,60
2000	2.220	11.327	19,60
2005	2.483	13.688	18,10

TIT (milioni US$)	Trasporti	Tessili tecnici	Incidenza Trasporti %
1985	8.667	33.160	26,10%
1990	10.925	42.528	25,70%
1995	11.475	49.963	23,00%
2000	13.082	60.271	21,70%
2005	14.365	72.330	19,90%

Le dimensioni del mercato dei TIT impiegati nei trasporti indicano che questa specifica applicazione è quella, dimensionalmente, più importante.

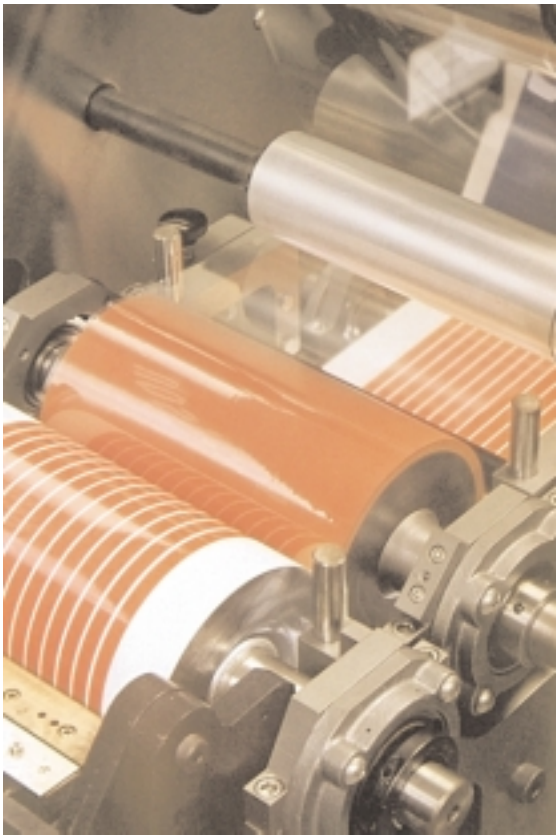
Anche in questo caso, come esempio, si possono indicare i dati aggregati riportati dalla già citata ricerca di David Rigby [1].

TIT US$/kg	Trasporti	Tessili tecnici
1985	6,16	5,47
1990	6,16	5,42
1995	5,98	5,36
2000	5,89	5,32
2005	5,79	5,28

Le operazioni unitarie-Le tecnologie impiegate

Le tecnologie tessili impiegate nella realizzazione dei tessili tecnici sono sostanzialmente analoghe a quelle impiegate per il tessile tradizionale. Filatura, tessitura, ecc. sono processi molto simili a quelli utilizzati per lavorare cotone, lana, e fibre tessili in generale. Ci sono però degli aspetti particolari da sottolineare:

- le fibre hanno caratteristiche tali da provocare sollecitazioni, usure maggiori che nella norma;
- le velocità ed in generale le prestazioni attese sono diverse;
- le dimensioni sono diverse.



Uno dei problemi più significativi riguarda il fatto che le macchine per i tessili tecnici non sono state sviluppate seguendo un progetto specifico, ma solo attraverso le modifiche apportate alle macchine tradizionali. La derivazione tecnologica è, in alcuni casi, ad esempio per la filatura e la tessitura, quella delle fibre tecniche d'un tempo, quali canapa, juta, ecc. Le tecnologie applicate riguardano:

- la realizzazione delle fibre;
- la filatura (convenzionale ed innovativa);
- la realizzazione delle superfici: tessuti ortogonali, maglieria, non tessuti;
- il finissaggio;
- l'impiego delle strutture tessili attraverso formatura, estrusione, accoppiamento, ecc., ovvero la confezione del prodotto, eventualmente con l'accoppiamento a materiali di natura non tessile.

In particolare la filatura si distingue da quella tradizionale, soprattutto quando sono impiegate fibre tecniche come il vetro, il carbonio, le aramidiche, ecc. Queste fibre possono essere lavorate con processi tradizionali (filatoio e/o torcitoio ad anello...) o con processi alternativi, come con il sistema DREF, interessante quest'ultimo anche perché consente l'impiego di materie seconde e il riciclo dei prodotti tecnici avrà sempre maggiore importanza, al crescere delle dimensioni complessive del mercato.

Per la tessitura e la maglieria valgono le considerazione fatte per la filatura; la tessitura ha soprattutto dei problemi a causa delle elevate sollecitazioni cui gli organi meccanici delle macchine sono sottoposti e per le dimensioni notevoli che, di norma, sono richieste.

La maglia, in quanto tale, non trova grandi applicazioni, mentre viene largamente impiegata accoppiata a strutture differenti (ad esempio i nontessuti) per unire gli aspetti eccezionali di elasticità a quelli di resistenza strutturale.

Si adoperano spesso anche le strutture multidimensionali (come le strutture 3D) che sono costituite da una serie di prodotti che vengono realizzati con tecnologie tessili e no: rientrano in quest'area tecnologica sia i compositi, in senso lato, sia le strutture pluridimensionali realizzate direttamente a telaio.

Materie prime impiegate

Nel sistema dei tessili tecnici entrano indifferentemente materiali fibrosi ed altri materiali, polimerici, metallici e comunque tradizionali. Spesso viene fatto riferimento soprattutto alle componenti tessili: vengono impiegate indifferentemente fibre tessili di tutte le famiglie (naturali, sintetiche, artificiali, inorganiche, metalliche, ecc.).

Le fibre tradizionali, e quelle naturali in particolare, hanno degli impieghi, anche se tecnici, meno innovativi e più consolidati.

Nei tessili tecnici le fibre naturali hanno un impiego più contenuto se non addirittura marginale e non se ne prevede certo un incremento. Le fibre fatte dall'uomo hanno invece un potenziale di crescita maggiore, perché è possibile conferire caratteristiche sempre più adeguate alle esigenze delle specifiche applicazioni.

Le fibre tecniche sono progettate e realizzate per fornire prestazioni che le fibre tessili tradizionali non sono in grado di dare. Si caratterizzano principalmente per i loro elevati livelli di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, alla fiamma e agli agenti chimici.

Il settore delle fibre tecniche è alquanto complesso, a cominciare dalle definizioni. Infatti tutte le fibre chimiche hanno un elevato contenuto tecnico, ma l'attributo «tecniche» deve intendersi in riferimento ai settori applicativi e non alle tecnologie di produzione.

Con questo orientamento, sono fibre tecniche quelle impiegate nella produzione di articoli per usi industriali o per usi tessili (abbigliamento e arredamento) quando si richiedano prestazioni di livello o qualità tali che le fibre tradizionali non possono fornire.

In termini generali si possono distinguere due gruppi di fibre tecniche. Il primo comprende le fibre ottenute da quelle standard attraverso modificazioni del processo produttivo o della composizione polimerica, che comunque non pongono la fibra ottenuta in una classe diversa da quella della fibra di partenza. Per esempio il poliestere e la versione ad alta tenacità, il rayon viscosa fiocco e il tipo FR. Le fibre tecniche appartenenti a questo gruppo, essendo soltanto dei tipi speciali, non sono specificamente evidenziate nella classificazione per genere, dove com-

paiono solo le corrispondenti «matrici» d'origine (ad esempio il poliestere comprende sia la versione standard che le versioni tecniche ad alta tenacità e con proprietà flame retardant).

Il secondo accoglie fibre specificamente studiate e realizzate per fornire prestazioni di alto o altissimo livello, di interesse per impieghi industriali. Le fibre di questo gruppo (almeno quelle già in produzione) sono inserite, nella classificazione per genere, tra le fibre sintetiche. La tipologia di fibre tecniche di questo gruppo è piuttosto ampia e in notevole evoluzione.

Si può ribadire che il principale punto di forza delle fibre chimiche e in particolare delle sintetiche, è quello di poterne (con opportuna progettazione) variare le caratteristiche entro campi molto vasti. Naturalmente occorre precisare che tutto questo ha un costo, e non solo di natura economica, infatti:

- un forte aumento della tenacità si ottiene, normalmente, a spese dell'allungamento (che significa alta rigidità) e dell'assorbimento d'umidità (minor comfort); è il caso delle aramidiche-para;
- viceversa, un eccezionale aumento dell'allungamento (elasticità) costa in termini di tenacità e di assorbimento; è tipico degli elastomeri;
- un'elevata resistenza agli agenti chimici significa anche una difficile tingibilità e un assorbimento di umidità quasi nullo (esempio il polipropilene).

In altre parole, la progettabilità delle fibre sintetiche nel loro insieme è molto ampia, cioè si può sempre trovare una matrice polimerica dalla quale derivare una fibra che possieda determinate caratteristiche di tenacità o di resistenza al fuoco o altro, ma non è certo possibile, da una sola matrice polimerica, derivare, tramite differenziazioni produttive, una fibra che possieda tutte le caratteristiche al massimo grado.

È fondamentale sottolineare che un'opportuna scelta tra le fibre tecniche oggi disponibili permette di realizzare manufatti di livello elevatissimo sia sotto il profilo della resistenza, sia sotto quello delle proprietà FR e dell'impiego continuato ad alte temperature. Si possono infine dare ulteriori indicazioni:

- il costo delle fibre tecniche è normalmente rapportato alle loro prestazioni, il che comporta impieghi attentamente selezionati;
- si tratta, specie per i tipi a prestazioni più elevate, di prodotti molto sofisticati la cui trasfor-

mazione, sulle macchine del ciclo tessile, può presentare qualche difficoltà (eventualmente superabili con opportune miste, ad esempio con viscosa FR, vantaggiose anche nei casi ove occorra un certo grado di comfort per i manufatti;

- i prodotti realizzati con le fibre tecniche si vendono per le loro prestazioni e qualità e non per effetto della moda, normalmente a fronte di capitolati molto selettivi; ciò significa che tutto il ciclo produttivo del trasformatore deve essere rigidamente posto sotto controllo.

Le fibre più utilizzate nella produzione dei tessili tecnici sono le sintetiche (poliestere, poliammidiche, poliolefiniche...) che sono in tutto analoghe a quelle impiegate nel tessile per abbigliamento, magari nelle versioni ad alta resistenza e ad alto modulo.

Le fibre ad altissime prestazioni o con prestazioni eccezionali, hanno un ruolo ancora marginale, in termini quantitativi, ma caratterizzano proprio le applicazioni di punta e le più innovative. In particolare si tratta delle fibre inorganiche (carbonio, vetro, ceramica...) delle aramidiche, delle metalliche.

Ipotesi di sviluppo organizzativo

L'industria dei tessili tecnici continua a crescere ed a svilupparsi ovunque e, nello stesso tempo, le tecnologie ed i mercati si evolvono rapidamente. I tessili tecnici offrono sempre più nuove soluzioni e nuovi approcci ai problemi di molteplici settori industriali e questo fa sì che, per gli operatori del settore, diventi essenziale anche acquisire le conoscenze necessarie e le capacità di sviluppare applicazioni per usi finali differenziati, molto spesso non del tutto noti, sviluppando un contesto organizzativo coerente.

La crescita del mercato dei tessili tecnici appare in sintesi sempre più condizionata dalla capacità di dare risposte ai bisogni di specifici settori ed utenti finali in un contesto di competizione mondiale. La risposta a questa situazione passa necessariamente anche attraverso l'evoluzione e lo sviluppo di nuovi modelli organizzativi.

Due sono i livelli su cui è opportuno focalizzare l'attenzione, tra di loro peraltro connessi :il primo è quello dell'evoluzione della subfornitura, il secondo è l'adozione di nuovi modelli organizzativi come, ad esempio, quello dell'impresa virtuale.

In tutti i casi si può notare come sia di particolare rilievo, come gestione imprenditoriale, sviluppare al meglio le proprie capacità in merito alla formazione, alla conoscenza tecnica, alla cooperazione interdisciplinare, alla comunicazione, per poter sostenere l'innovazione di prodotto, raggiungere livelli qualitativi appropriati. Occorre infatti realizzare prodotti che sono chiamati a dare precise risposte in termini di prestazioni, nonché integrare nella catena produttiva le problematiche ambientali.

Si tratta di valutare al meglio la catena del valore in cui si inserisce il componente tessile tecnico che, di solito, fa parte di un prodotto più complesso. Spesso la parte tessile si colloca all'inizio della catena e questo determina frequentemente un limitato potere contrattuale dell'im-

presa tessile che lo produce. D'altra parte è essenziale, per il successo finale del prodotto, che la parte tessile sia rispondente alle specifiche funzionali che sono sempre più stringenti. Questo ha delle conseguenti implicazioni in termini di investimenti e di sviluppo per l'impresa.

Appare quindi estremamente importante la capacità di avere un nuovo approccio che consenta la condivisione di metodologie e di sistemi sia a monte (fornitori di materie prime) che a valle (applicatori finali) che preveda anche la presenza-condivisione, temporanea o meno, di personale. Ciò comporta un'elevata capacità di difendere la proprietà delle conoscenze, lo sviluppo di accordi e di collaborazioni con fornitori e clienti, accordi qualificati per l'accesso all'innovazione.

Sembra quindi di forte impatto il modello dell'impresa virtuale. Per impresa virtuale s'intende l'aggregazione temporanea di imprese (soprattutto piccole e medie), per sfruttare opportunità di mercato e sviluppare la propria capacità competitiva. Le imprese si accordano in funzione del prodotto da realizzare, assumendo ruoli diversi in funzione dell'obiettivo; mantengono peraltro la propria autonomia e capacità di portare avanti altre attività produttive.

I membri che partecipano all'impresa virtuale, pur agendo quindi in piena autonomia, fanno parte di un sistema organizzativo che, in relazione a opportunità di mercato differenziate, si presentano come un'unica impresa, dando origine ad una divisione del lavoro che può mutare secondo i progetti e gli ordini da realizzare.

Questo modello organizzativo trova un supporto ovvio nelle nuove tecnologie dell'informazione, che consentono lo sviluppo di nuovi prodotti da parte di entità localizzate ovunque (non ci sono limiti o confini territoriali) e con una nuova possibilità di gestione del fattore tempo.

I parametri cui fare riferimento sono allora quelli della capacità di moltiplicare le varie potenzialità distribuite che, una volta ricondotte a sistema, realizzano un'integrazione ottimale di processi quali progettazione, produzione e logistica, l'armonizzazione dei sistemi gestionali, di controllo e per la qualità, una filosofia condivisa per la soluzione dei problemi e per i processi di apprendimento.

Esistono nel nostro paese esperienze concrete di impresa virtuale, in particolare nel settore metalmeccanico, che hanno consentito di mettere a fuoco i diversi aspetti per quanto concerne la fase della creazione, quella del funzionamento, della messa a punto e dello scioglimento.

Per la fase della creazione gli elementi di riferimento sono l'individuazione e la selezione dei partner.

In relazione alle opportunità di mercato, quali quelle costituite da nuovi prodotti e dall'accesso a nuovi mercati, occorre definire metodi per la negoziazione e messa a punto dei vari aspetti del funzionamento (diritti-doveri, entrata-uscita, modello operativo e ripartizione dei compiti).

Gli elementi di riferimento per l'impresa virtuale sono la gestione e condivisione delle informazioni, la pianificazione e l'organizzazione delle unità che forniscono un pezzo della catena del valore e che presidiano le specializzazioni necessarie, l'acquisizione e la gestione degli ordini, il coordinamento complessivo.

Nel caso della messa a punto, si tratta di gestire la sostituzione o l'ingresso di nuovi membri in relazione alla evoluzione dell'impresa virtuale.

Nel caso dello scioglimento, che può derivare o dal conseguimento degli obiettivi o dalla decisione dei membri di interrompere l'iniziativa, è essenziale la strutturazione di garanzie adeguate per i vari membri.

In sintesi va evidenziato che questo modello organizzativo appare di particolare interesse per le piccole e medie imprese, una realtà che caratterizza anche il settore tessile tecnico nel nostro paese, in quanto consente di superare i limiti che spesso devono affrontare le PMI a fronte di un sistema produttivo che si basa sempre più sulla conoscenza, sul processo di accumulazione della conoscenza, sulla capacità di sfruttare il suo impiego là dove serve, sull'adozione di nuovi strumenti e nuove tecnologie.

Di fatto le imprese che partecipano all'impresa virtuale, pur agendo in piena autonomia, fanno parte di un sistema organizzativo che, in relazione alle opportunità di mercato, che sono differenziate, si presenta come un'unica impresa, dotata di competenze e risorse adeguate a sostenere la competizione sul mercato, analogamente a quanto possono fare imprese più grandi ed importanti.

Bibliografia

L'interesse crescente per i tessili tecnici ha prodotto una forte produzione d'articoli e studi sul settore, anche se mancano lavori sistematici e una sedimentazione di competenze, come avviene per le discipline più tradizionali e consolidate.

Appare quindi conveniente, più che fornire referenze specifiche, indicare alcune fonti di particolare rilievo che possono essere utili per approfondire i temi legati ai tessili tecnici e alle loro principali applicazioni, nonché per risalire a ulteriori fonti e informazioni bibliografiche.

Ricerche settoriali

Battelle - *Identification of business opportunities for industrial textiles* (1987).

Werner Management Consultants - *Situation and perspective of technical textiles in the European Community* (1991).

David Rigby Associates - *The world technical textile industry and its markets: prospects to 2005* (1997).

Riviste

Technical Textile International.
TUT (Textiles à Usages Techniques).
Technische Textilien.
International Textile Bulletin, Sezione Nontessuti e Tessili Tecnici.
Chemical Fibers International.
Tessili per Impieghi Tecnici (Centrocot 1993-2000).
Tessili per Impieghi Tecnici e Innovativi (Ascontex Editoriale dal 2001).

Internet

www.textileweb.com
www.technica.net (Nuovi Tessili e Nuove Fibre)

Associazioni

IFAI (per il mondo americano).
Fiber Manufacturers Association.
TexClubTec (per il mondo italiano).

Fiere & Congressi

Techtextil (la più grande esposizione europea per i tessili tecnici, con una sessione convegnistica molto importante).
International Man-Made Fibres Congress (dedicato alle fibre chimiche e alle applicazioni tecniche).
BITEC (evento espositivo nazionale di riferimento).