



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli studi di Padova

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Meccanica

Corso di laurea triennale in Ingegneria dei Materiali

Tesi di laurea

**I FILATI DI NYLON 6,6:
LAVORAZIONI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI,
APPLICAZIONI E VALUTAZIONE AMBIENTALE DEL
CICLO PRODUTTIVO.**

RELATORE:

Prof. Enrico Bernardo

Laureando

CORRELATORE:

Erika Persicario

Daniele Zavattini

Matricola 563026 IR

Anno Accademico 2010 / 2011

1) INTRODUZIONE STORICA

1.1) Il Nylon 6.6

Le fibre sintetiche nascono da un doppio stimolo, commerciale e scientifico, il primo legato alla necessità di mercato di avere più fibre tessili sia di tipo tradizionale che innovativo, il secondo dovuto al fatto che dagli anni '20 si stavano indagando sperimentalmente le fibre. In particolare nel 1920 lo scienziato tedesco H. Staudinger arrivò a ipotizzare che le fibre tessili dovevano avere una struttura macromolecolare e descrisse un modello (tuttora valido) di come dovevano essere queste macromolecole:

- A catena lineare
- Disposte in modo ordinato
- Orientate lungo un asse preferenziale
- Trattenute insieme da forze intermolecolari tali da garantire una struttura compatta e cristallina.

In effetti, la predisposizione a cristallizzare si rivela fondamentale perché possa avvenire con successo la filatura.

Queste teorie di Staudinger fornirono delle linee guida per il riconoscimento e la progettazione di fibre adatte alla filatura e, in questo modo, aprirono la strada alla sperimentazione di fibre di tipo sintetico. Questa strada venne percorsa nel 1935 da W. H. Carothers e dai suoi collaboratori che, approfondendo queste teorie, riuscirono ad individuare i requisiti che deve possedere una molecola per poter essere utilizzata come unità ripetitiva per la macromolecola (presenza di legami insaturi o di 2 o più gruppi funzionali) e a studiare i meccanismi di sintesi macromolecolare.

Grazie a questi studi, nel 1935 presso la DuPont De Nemours, si riuscì a realizzare il primo processo di fabbricazione di una fibra sintetica: la poliammide 6,6 che, opportunamente lavorata poteva produrre un filamento continuo. L'importanza della scoperta non fu capita immediatamente dal proprio inventore ma dai manager della DuPont, che organizzarono un gruppo di esperti per decidere un nome commercialmente valido. Nel 1938 fu commercializzato con il nome di Nylon 6,6.

In Italia i brevetti ed i diritti per la commercializzazione furono comprati già nel 1939 dalla Rhodiatoce.

Il primo paio di calze realizzate in Nylon fu presentato dalla DuPont all'esposizione internazionale di San Francisco nel 1939, ma è dal 1940 che questa fibra è commercializzata con lo slogan "robusta come l'acciaio, sottile come una ragnatela, eppure più elastica di tutte le comuni fibre naturali". Fu un immediato successo perché con queste fibre si potevano ottenere calze belle, brillanti e resistenti. Durante la seconda guerra mondiale la produzione di nylon fu impiegata principalmente a scopi bellici (paracadute), e riprese ad essere dedicata a fini estetici dall'immediato dopoguerra. Già nel 1948 il nylon aveva superato la seta per quanto riguarda le quantità utilizzate.

Attualmente il nylon è commercializzato da molte imprese: la DuPont ha venduto la "divisione nylon" all'israeliana Nilit, l'italiana SNIA si è fusa con la francese Rhone-Poulenc per formare la Nylstar, ad oggi rinominata Meryl Fiber. In Europa, per quanto riguarda la calzetteria, la ditta italiana Fulgar detiene le maggiori quote di mercato, grazie ad un nuovo impianto di filatura.

1.2) L'Elastam

Parallelamente al nylon, nella maggior parte delle applicazioni pratiche, come vedremo, si utilizza un elastomero, detto elastam, elastane o spandex. La storia di questi elastomeri comincia nel 1937, quando Otto Bayer tramite la sintesi del diisocianato sviluppò la chimica e la tecnologia per produrre fibre ad alta elasticità e elastomeri.

Nel 1939 Paul Schlack sfruttò le scoperte di Bayer per ottenere un polimero ad alto peso molecolare che permetteva di avere fibre caratterizzate da forti allungamenti e buon potere elastico.

Un primo miglioramento si ebbe nel 1951, quando, sviluppando il processo di wet spinning, W. Brenschede ottenne la fibra Vulkollan. Successivamente, nel 1958, nei laboratori DuPont viene messo a punto il processo dry spinning, con cui, nel 1959, venne prodotta la prima fibra elastomerica, brevettata come Lycra.

La commercializzazione di questa fibra inizia nel 1962 e, in un primo tempo, è dedicata solo alle calze medicali perché si riuscivano a produrre solo titoli elevati, con cui non si riuscivano ad ottenere calze pregevoli da un punto di vista estetico. Trova la sua prima applicazione importante nel 1964, quando lo stilista Emilio Pucci presenta il primo costume da bagno contenente Lycra.

Attualmente le fibre sintetiche (e il Nylon in particolare), che erano nate come sostitute delle fibre naturali, hanno trovato dei campi di applicazione specifici nella calzetteria, nella maglieria e in altri settori dove hanno utilizzi indipendenti dalle fibre naturali.

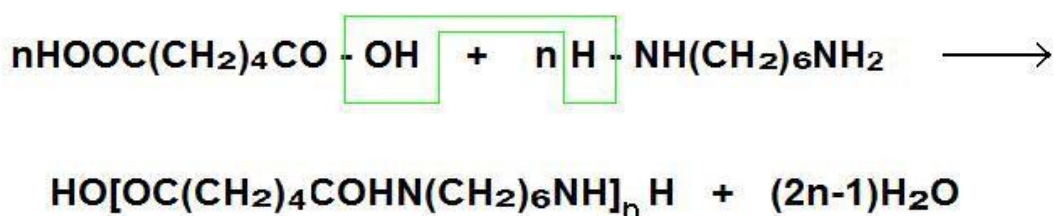
2) INTRODUZIONE CHIMICA

2.1) Il Nylon 6.6

Le fibre sintetiche sono dette anche fibre chimiche per il modo in cui vengono ricavate le loro macromolecole; esse rappresentano, nella storia delle fibre tessili, un passo successivo a quello delle fibre artificiali, in quanto le molecole stesse sono ricavate per sintesi chimica di alcune sostanze.

Queste fibre sono costituite da macromolecole lineari, in genere altamente cristalline, termoplastiche e di natura prevalentemente apolare; si ottengono fibre tessili con ottima resistenza all'usura, elevato recupero elastico, facilità di tintura, buona solidità al colore e con buone proprietà all'uso (asciugano rapidamente e sono generalmente ingualcibili). Per contro si deve segnalare la sensibilità a diversi reagenti chimici, la scarsa resistenza alle alte temperature e a determinate condizioni ambientali.

Il Nylon 6,6 si ottiene per policondensazione di acido adipico e esametildiammina:



per cui presenta il gruppo ammidico “-CO-NH-”, si chiama 6,6 perché l'unità ripetitiva è formata da due catene contenenti ognuna 6 atomi di carbonio; sull'origine del nome Nylon invece esistono diverse versioni: nel 1940 la DuPont dichiarò che le lettere “nyl” furono scelte a caso, mentre il suffisso -on fu assunto per somiglianza ad altre fibre tessili come *cotton* e *rayon*. Una successiva pubblicazione della stessa DuPont spiegò invece che il nome originalmente scelto fu no-run, cioè non smagliabile, e che fu poi cambiato per migliorare il suono e per evitare potenziali reclami.

Esistono tuttavia molte leggende metropolitane su questo nome, come quella che vuole che le lettere n, y, l, o e n fossero le iniziali delle mogli dei membri della commissione incaricata della scelta, oppure che nylon sia l'acronimo di Now You Lose Old Nippon, in quanto durante la seconda guerra mondiale la Cina bloccò l'esportazione della seta verso gli Stati Uniti che trovarono nel Nylon una valida alternativa per la produzione dei paracadute. Secondo un'ulteriore leggenda il nome deriva da quelli di New York e Londra.

Le poliammidi hanno una buona tendenza a cristallizzare perché presentano i tre fattori determinanti:

- Flessibilità di catena (in quanto non ha gruppi aromatici o con grande ingombro sterico.)
- Regolarità e simmetria di catena
- Presenza di gruppi funzionali in grado di dare legami deboli intermolecolari.

Questo conferisce al materiale una buona facilità a cristallizzare già all'uscita delle filiere, prima della fase di stiro, rendendole utilizzabili in campo tessile, inoltre ne derivano ottime caratteristiche meccaniche: elevato modulo elastico, durezza e resistenza all'abrasione.

Il punto di fusione è piuttosto elevato (262/264 °C), e la transizione vetrosa è intorno ai 50 °C.

I gruppi ammidici sono polari quindi rendono le molecole piuttosto igroscopiche e migliorano anche la resistenza all'urto del materiale poiché le molecole d'acqua assorbite agiscono da plastificante, aumentando la tenacità.

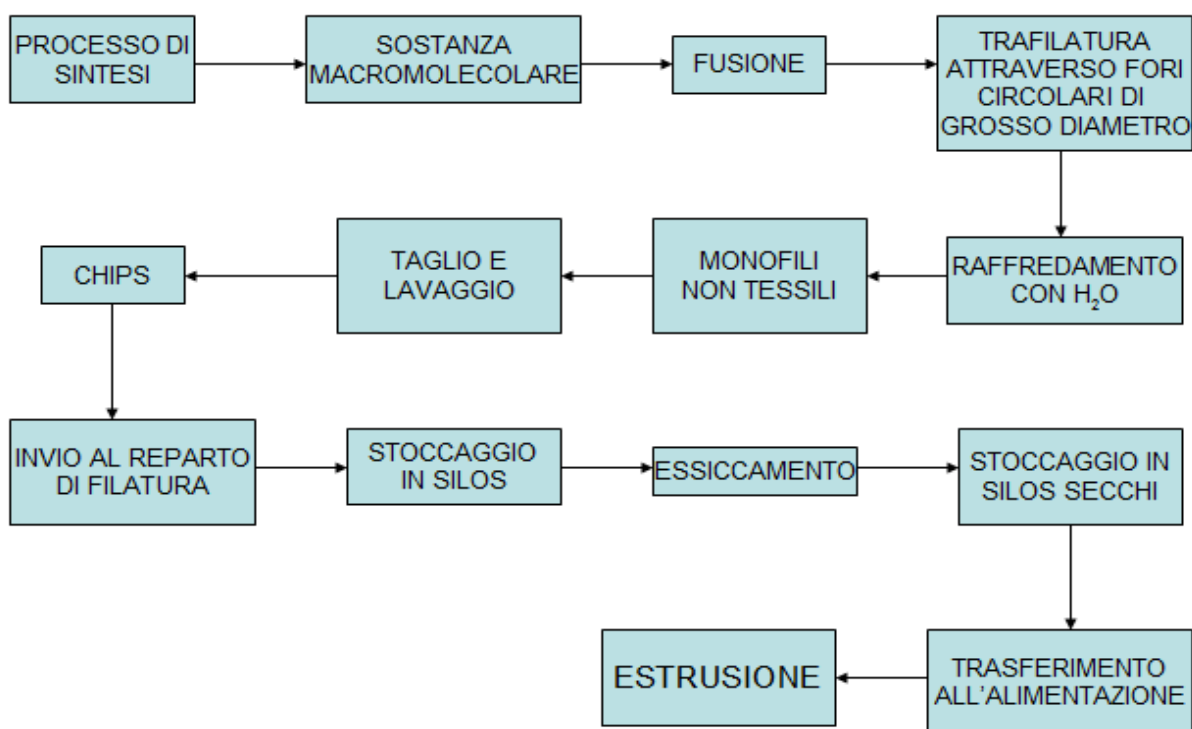
2.2) L'Elastam

Gli elastomeri di utilizzo tessile sono fibre sintetiche costituite dall'85% di poliuretano segmentato: si possono distinguere segmenti elastici e segmenti rigidi o, meglio, domini amorfi e domini cristallini; i domini cristallini funzionano da ancoraggio mentre i domini amorfi si possono orientare nella direzione della sollecitazione. Questo permette l'allungamento del materiale dovuto allo stiramento della parte amorfa ma garantisce che le macromolecole non scorrano tra di loro perché vincolate dai domini cristallini. Si ottiene un allungamento fino al 600-700% rispetto alla lunghezza a riposo mantenendo elevata capacità di rientro nel tempo.

3) FILATURA

Le fibre sintetiche necessitano, dopo la fase di sintesi, di una fase di filatura per estrusione che viene eseguita sulle macromolecole rese liquide tramite fusione o solubilizzazione in opportuni solventi; questo processo è necessario per ottenere il materiale in forma di fili più o meno sottili. La filatura consiste nel passaggio forzato del polimero fluidificato nei fori di una o più filiere. Nel caso particolare del Nylon 6,6 il processo ha una fase intermedia, ossia la fabbricazione dei “chips” o pellets.

Generalmente le ditte che producono filati comprano direttamente i chips di polimero già additivato in modo da ottenere un filato lucido, opaco o super opaco, e lavorano quelli nello stabilimento. Il processo completo si può riassumere come in figura:



Per produrre i chips si compie sostanzialmente un processo di estrusione attraverso fori di grosso diametro (3-5 mm), si ottengono dei grossi “spaghetti” che vengono tagliati e lavati, a questo punto si spediscono al reparto di filatura tramite cisterne con atmosfera inerte. I pellets sono stoccati in silos ancora umidi e passati in un impianto di essiccamento, in seguito c'è un secondo stoccaggio in silos dei pellets essiccati.

Il nylon viene filato con un processo detto “filatura a secco per fusione”, ossia il polimero viene fuso ad una temperatura di circa 300°C e fatto passare per la filiera, successivamente le bavelle vengono fatte solidificare mediante raffreddamento con corrente d'aria calda in ambiente condizionato. Questo processo è possibile perché il Nylon fonde senza decomporsi.

La filatura si può suddividere in tre momenti: alimentazione, passaggio per la filiera e raccolta.

- Alimentazione: i chips essiccati sono fatti fondere all'interno dell'estrusore e il liquido viene inviato a temperatura e pressione controllate fino alle filiere, passando per delle pompe dosatrici e degli elementi filtranti (le prime controllano il flusso mentre i secondi trattengono eventuali materiali estranei che potrebbero ostruire i fori della filiera); se venisse otturato un foro si otterrebbero un filo con meno bave di quelle previste e con un titolo complessivo più basso, in questi casi è necessario bloccare

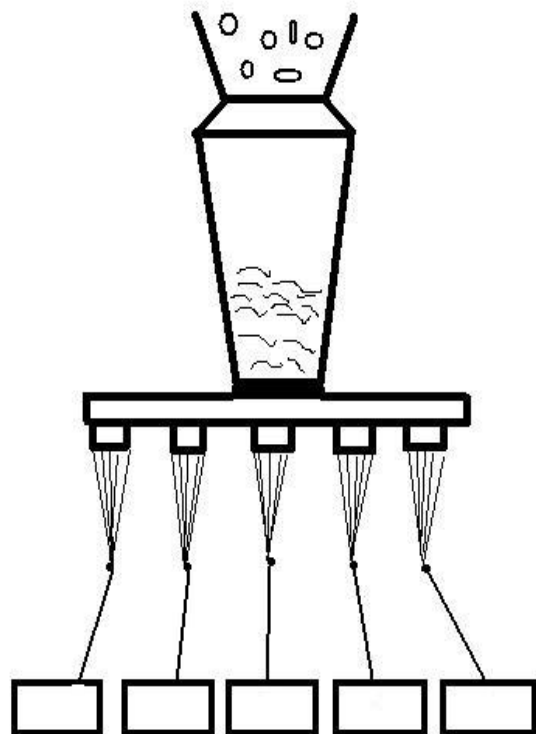
l'intera serie di 8 filiere collegate e pulire quella ostruita. La pulizia del materiale dei chips è, quindi, fondamentale.

- Passaggio per la filiera: il liquido sotto pressione passa per le filiere che sono composte di acciai speciali o leghe di metalli nobili in grado di resistere sia alla pressione che all'usura chimica. Presentano tanti fori quante dovranno essere le bave del filo da realizzare, per ogni filo si ha una sola filiera con un numero di fori dell'ordine delle decine o delle centinaia, anche se per alcuni titoli molto grandi si possono sfruttare più filiere.

Per progettare bene la filatura bisogna tenere conto di molte variabili tra cui il rapporto lunghezza/diametro che influisce sull'orientamento delle macromolecole, la dimensione del diametro che influisce sul flusso, la forma del foro che si riflette sul comportamento e sull'aspetto del materiale. Essendo la filiera un punto molto delicato ci si deve assicurare che sia sempre in ottimo stato per cui si procede regolarmente a pulizie e sostituzioni;

- Raccolta: dopo essere passato in una zona con raffreddamento ad aria in atmosfera condizionata il filo viene raccolto su delle bobine; questa è una fase critica del processo perché anche piccole variazioni di temperatura o umidità possono portare a discontinuità nella sezione del filato. Le bave solide si congiungono per semplice adesione, il filo viene leggermente tensionato per avere un parziale orientamento, lievemente impregnato di olio antistatico e avvolto su una bobina per una produzione di 300 chilometri l'ora di filo per ogni filiera.

La qualità di questo processo è fondamentale perché dalla buona riuscita di questo semilavorato dipende quella di tutti i processi successivi. Per questo si procede a controlli periodici del filato in produzione, in modo da avere un riscontro continuo del buon funzionamento dell'intero processo.



4) P.O.Y.

Il P.O.Y. (o Pre-Oriented Yarn) è il semilavorato che si ottiene dal processo di filatura, è costituito da un gruppo di filamenti continui raccolti su bobine. Il costo di questo prodotto dipende per due terzi dal costo delle materie prime, per un quarto dai costi energetici e, in misura minore, dai costi di manodopera.

Le catene macromolecolari all'interno del P.O.Y. si trovano già in parte parallele all'asse, tuttavia questo filo non è ancora utilizzabile tal quale a causa del suo scarso potenziale di ritorno elastico: si ottiene un allungamento a rottura del 70-80% sulla lunghezza iniziale, di cui il 25-35% corrisponde ad un allungamento senza ritorno dovuto all'orientamento definitivo delle molecole; per questo motivo il P.O.Y. si usa come punto di partenza per le successive lavorazioni di stiro e testurizzazione che hanno, tra gli altri, lo scopo di orientare intimamente il filo e di entrare in un campo di deformazione pseudo elastico.

In passato non si otteneva il P.O.Y. ma il L.O.Y. o Low Oriented Yarn, in cui la tensione di stiro all'estrusione è minima e, dunque, si ha ancora minore potere di rientro, attualmente il L.O.Y. è prodotto in quantità minime.

Gli impianti più moderni sono in grado di produrre un filo completamente orientato denominato F.O.Y. (Full Oriented Yarn) che non ha bisogno della fase di stiro e si può vendere già come prodotto finito, paragonabile al filo "parallelo" ma ottenuto con un passaggio in meno risparmiando su manodopera, costi di mobilitazione e successivo riscaldamento.

Le sezioni che può avere il P.O.Y. sono piuttosto varie e cambiano a seconda del tipo di filiera utilizzato: possono essere circolari, cave, trilobali o a osso di cane; la forma della sezione influisce sulle caratteristiche di lucentezza di questo filato e di tutti i prodotti che ne derivano, però con le successive lavorazioni le sezioni tendono ad essere deformate.

Le bobine di P.O.Y. hanno un peso variabile da 12 a 17 kg a seconda del titolo realizzato, sono perciò piuttosto grosse, necessarie per minimizzare i costi di manodopera e i tempi per la sostituzione delle bobine esaurite.

5) LAVORAZIONI

Il P.O.Y. viene poi inviato alle lavorazioni successive, che hanno lo scopo di completare l'allineamento delle molecole e di dare al filo delle caratteristiche particolari da un punto di vista estetico, tattile e funzionale: in particolare le lavorazioni più importanti sono lo stiro e la testurizzazione, i fili così ottenuti vengono venduti come prodotto finito oppure possono essere utilizzati, nel caso del testurizzato, per lavorazioni in cui vengono accoppiati a dell'elastomero per ottenere il filo spiralato e lo stretchone.

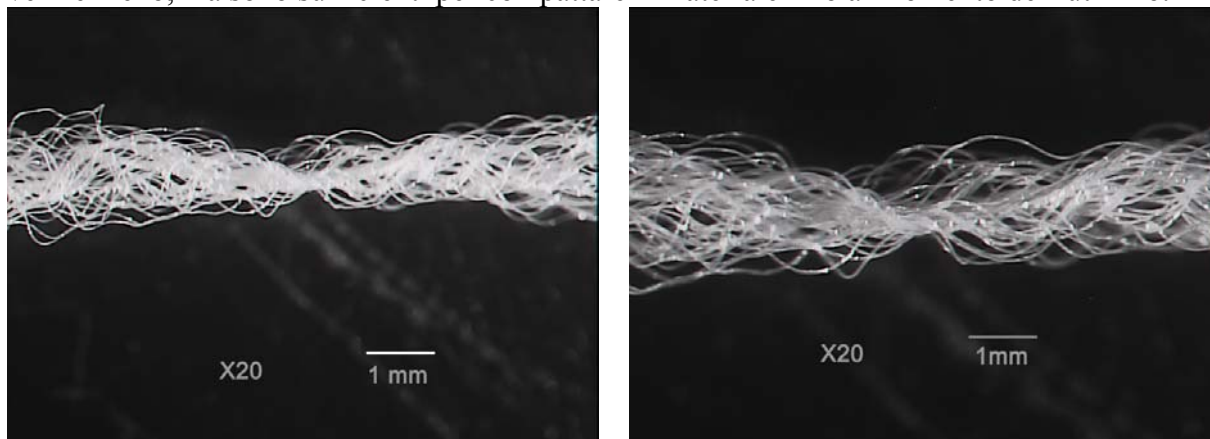
I filati vengono distinti a seconda della lavorazione a cui sono stati sottoposti e alla loro dimensione; la grossezza del filato, a causa della sua natura irregolare e comprimibile non si esprime come diametro (che, come vedremo, per il testurizzato non avrebbe alcun senso) ma come massa per unità di lunghezza, ovvero "titolo", di un filo opportunamente tensionato.

L'unità di misura tradizionale è il den (denaro), che corrisponde alla massa in grammi di 9000 metri di filato, quest'unità di misura è ancora usata commercialmente per distinguere il potere coprente nel prodotto finale ma l'unità di misura adottata internazionalmente è il Tex, pari per definizione alla massa in grammi di 1000 metri di filato, in particolare per i filati tessili di maggior utilizzo si preferisce il dtex (decitex), ossia la massa di 10000 metri di filato, per ottenere dei numeri interi, date le piccole dimensioni in gioco.

I fili di Nylon 6,6 sono generalmente composti da più bave per cui i fili tessili sono indicati con due numeri "x/y" di cui il primo rappresenta il titolo del filato espresso in dtex e il secondo il numero di bave che lo compongono, che corrispondono al numero di fori della filiera da cui provengono; se necessario si aggiunge una terza cifra per indicare il numero di "barre", cioè di mazzetti, ad esempio un 22/20 x2 sarà un filo composto da due mazzetti da venti bave ciascuno per un totale di 44 dtex.

Il rapporto x/y indica la dimensione delle bave da cui consegue la morbidezza al tatto del tessuto (comunemente indicata con il termine di "mano"). Ad esempio un 17/2 ha un rapporto di 8.5 e un tessuto fatto con questo filato è duro e crespo, al diminuire del rapporto abbiamo il "multibava" come ad esempio il 78/68 e infine, quando $x/y \approx 1$, il "microbava".

Siccome le bave possono essere anche molto numerose, è opportuno in qualche modo mantenerle compatte attraverso una legatura, si procede allora con la "legatura ad aria" che consiste nel soffiare aria da degli ugelli in modo da far ingarbugliare casualmente le bave; si formano delle zone dette "punti di interlacciatura" che, in base alla loro quantità, mantengono il filo più o meno unito. I punti di interlacciatura forniscono una legatura lieve e reversibile, infatti, applicando una tensione sufficientemente forte lungo l'asse del filo è possibile farli venire meno, ma sono sufficienti per compattare il materiale fino al momento dell'utilizzo.



Punti di interlacciatura in un filo testurizzato

5.1) STIRO

Il filo chiamato “parallelo” è del P.O.Y. sottoposto a un processo di stiro; questo serve ad allungare e assottigliare il filo parallelizzando le catene molecolari, questo ci permette anche di esaurire il tratto iniziale di allungamento irreversibile (“senza ritorno”) del P.O.Y. e di entrare in un tratto di allungamento in cui si ha ritorno pressoché elastico fino a un 35÷40% prima di arrivare alla tensione di snervamento del filo.

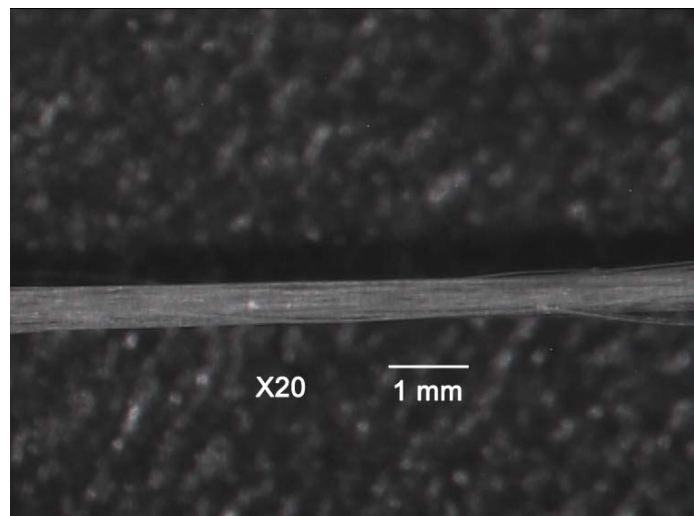
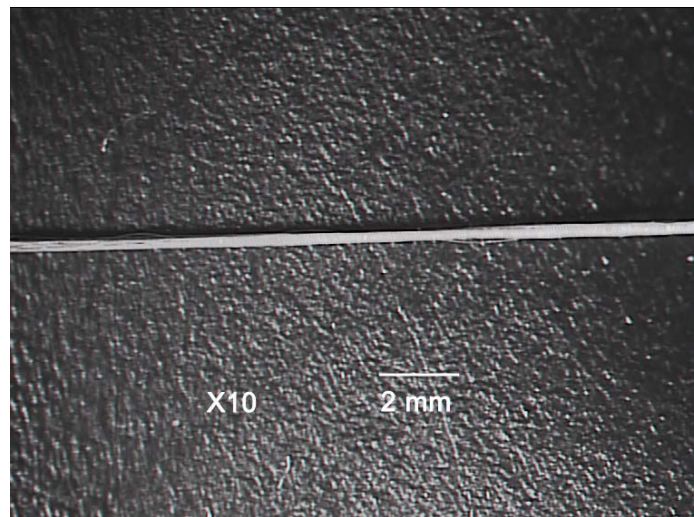
La macchina è composta da una serie di tubes di filatura il cui filo passa su un rullo di gomma, sotto abbiamo un godet in acciaio che stabilisce la velocità di alimentazione reale, a distanza di 10 cm c'è un rullino di rinvio che ha lo scopo di evitare che il filo si avvolga sul godet.

La velocità differenziale dell'albero e del godet stabilisce lo stiro del filo. Sotto il godet c'è un rullo oleatore che è costituito da una vaschetta di acciaio in cui gira un albero liscio che attinge l'olio dalla vaschetta e ne impregna il filo nel momento in cui questo gli scorre sopra.

Poi il filo passa per un “guidafilo” e viene avvolto su dei cops, cioè delle bobine dalla forma allungata in plastica.

Il costo di questo tipo di filato deriva al 50% dal costo del P.O.Y., al 25% dai costi energetici e per il resto da manodopera, imballaggio e movimentazione.

Esteticamente questo filo assomiglia al P.O.Y. e si presenta molto liscio e con scarso potere elastico.



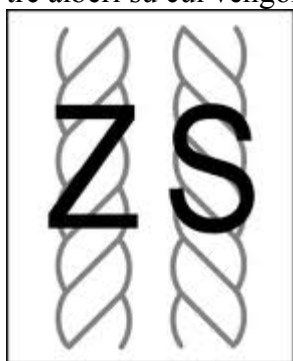
Due fili paralleli a diversi ingrandimenti, il filo è liscio e compatto.

5.2) TESTURIZZAZIONE

Con il termine filo testurizzato si intende un filo formato da filamenti continui strutturalmente modificati in modo da essere portato ad assumere un volume apparente (BULK) notevolmente maggiore e sufficientemente stabile per resistere alle tensioni di lavoro e ai normali sforzi a cui può venire sottoposto.

La testurizzazione è un processo che, sfruttando le caratteristiche termoplastiche del materiale (PA 6 o PA 6,6), permette di modificare la struttura lineare delle bave conferendo loro una forma ondulata, questo si ottiene attraverso un'azione meccanica di frizione assieme ad un aumento di temperatura, il filo trattato in questo modo risulta voluminoso e morbido al tatto. La testurizzazione è anche detta "falsa torsione" (FT) perché nel "fuso" si ha dapprima una torsione e poi una detorsione per cui il filo esce ancora "parallelo" ma, il range di temperatura in cui subisce questo processo, fa sì che esso risulti definitivamente a bave arricciate.

Questo effetto si ottiene appunto nel fuso che è un meccanismo di frizione a dischi composto da tre alberi su cui vengono montati i dischi con una determinata rugosità (0,84).



La rugosità permette di trasmettere la rotazione al filo (se in senso orario avremo un filo S, se antiorario un filo Z), il numero di dischi varia da 4 a 9 in base al prodotto che si lavora e al risultato che si vuole ottenere, inoltre il primo e l'ultimo disco sono lisci e servono solo come "dischi guida", cioè per tenere premuto il filo contro i dischi più interni.

La macchina testurizzatrice è composta da un albero che serve ad alimentare il P.O.Y. detto "albero primario", poi si passa per un forno formato da una scatola metallica riscaldata a olio che scalda fino quasi alla temperatura di rammollimento, poi si passa per il fuso che imprime la falsa torsione e si va all'albero secondario che gira più velocemente

del primo per applicare un certo stiro. Inizialmente la testurizzazione veniva effettivamente eseguita con torsione ma il meccanismo doveva essere discontinuo, allora si è trovata questa soluzione che permette di avere un filo voluminoso in continuo tramite falsa torsione. Sotto c'è l'oleatore e infine l'albero di raccolta che lavora con un po' di sovralimentazione per permettere il "rimborso" del filo che porta ad un impacco più morbido.

Esiste anche una versione detta FTF, o falsa torsione fissata, in cui il filo, dopo il passaggio nel fuso attraversa un secondo forno simile al primo, il risultato è un filo meno voluminoso e più "steccato" (con F a rottura più elevata).

Nel caso del testurizzato capita di avere a che fare con filati composti da più barre, ossia da più mazzetti di filamenti, questo perché si ha la possibilità di accoppiare fili che sono stati prodotti con rotazione opposta, cioè un S e uno Z, per ottenere dei filati che complessivamente non ruotano, sperimentalmente si nota che se si lascia libero un filo testurizzato questo ruota in senso opposto a quello della propria torsione, per rilassare la tensione; in questo caso i fili composti da più barre, anche se lasciati liberi, non ruotano perché le torsioni si equivalgono.

E' tuttavia possibile, siccome il filo è tenuto insieme solo da una legatura ad aria, arrivare a separare nuovamente le due barre.

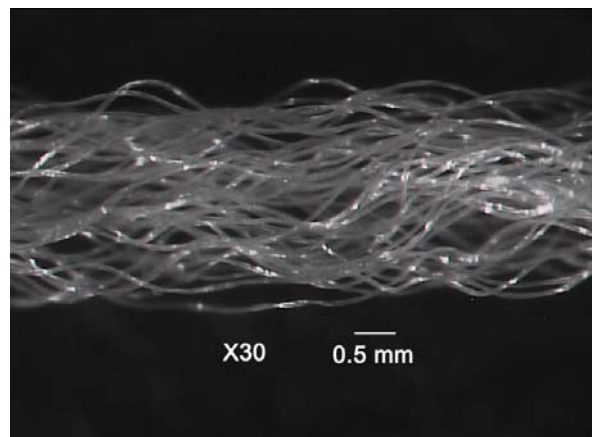
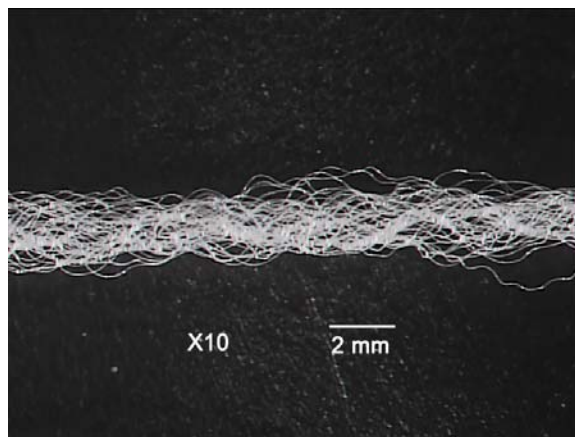
Il vantaggio di avere fili che non ruotano è che, nel momento in cui si producono delle calze, bisogna equilibrare le rotazioni o si ottiene un prodotto finito che "gira", in altre parole un prodotto che se sollecitato a trazione non solo si allunga assialmente, ma contemporaneamente ruota lungo il proprio asse, questo risulta particolarmente scomodo trattandosi di capi di vestiario.

In generale questo problema si risolve utilizzando macchine a due o quattro cadute, abbinando bobine di tipo S a altre di tipo Z, ma le macchine a una sola caduta (o monocaduta) hanno bisogno di un filo già bilanciato.

Un altro motivo per cui si utilizzano filati testurizzati con più barre è per ottenere titoli molto elevati unendo più fili (3, 4 e, in alcuni casi fino a 8, con cui si ottengono titoli superiori anche

ai 900 dtex), questi prodotti si usano per funzioni particolari che, spesso, esulano dal campo tessile e, in particolare, dalla calzetteria.

I costi di questo filo sono molto simili al parallelo perché la velocità di produzione superiore compensa in parte l'utilizzo dei forni.



Due ingrandimenti di un filo testurizzato: si nota che le bave sono arricciate e che il filo occupa molto volume rispetto al parallelo.

5.3) SPIRALATURA

Lo spirالاتo è un filo composto, ottenuto tramite tre fasi: incannaggio, spirالاتura e roccatura, l'incannaggio è una fase di preparazione in cui si srotola un filo da una bobina di cartone e lo si avvolge in modo più ordinato su un rocchetto di alluminio equilibrato, in modo da evitare sovrapposizioni e discontinuità perché durante la fase di spirالاتura il rocchetto gira fino a 23000 rotazioni al minuto e questi difetti potrebbero portare a dondoli e rotture, con conseguenze anche pericolose, inoltre si utilizza un rocchetto in alluminio perché la bobina in cartone potrebbe collassare dato l'elevata velocità di rotazione.

La spirالاتura consiste nel coprire un filo detto "anima" (generalmente di elastomero, ma potrebbe essere di qualsiasi tipo) con un altro detto "ricopertura" avvolto a spirali, per fare questo si fa passare dentro il rocchetto il filo di elastomero mentre dal rocchetto si srotola la ricopertura, l'elastomero viene sottoposto ad un opportuno stiro per dare sostanza al filo (guadagna elasticità e potere di rientro). Si può fare anche una doppia ricopertura ricoprendo l'elastomero con un filo e entrambi con un altro filo (avvolto con rotazione opposta e in quantità costante, per cui, avendo un raggio di avvolgimento maggiore avrà meno avvolgimenti).

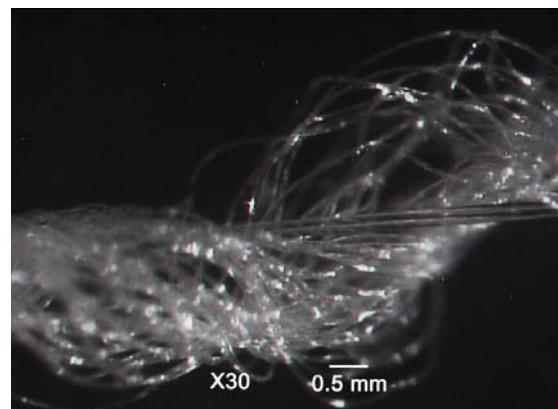
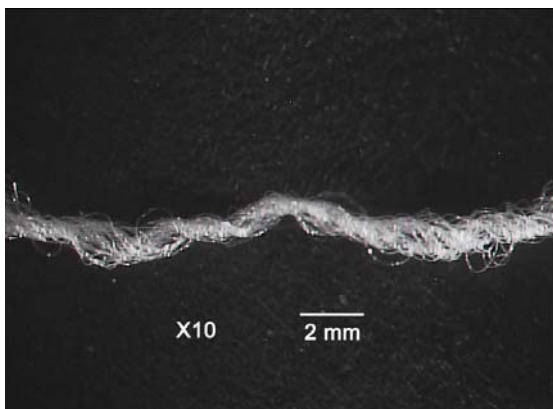
La roccatura è invece il processo col quale il filo già spirالاتo su bobine da 300÷400 g viene attaccato e avvolto in bobine da 1200÷1300 g, formato in cui vengono vendute.

Questa serie di processi è la stessa da più di vent'anni perché non si trova nessun modo per velocizzare ulteriormente la produzione, se non quello di utilizzare rocchetti più corti, che però comporta maggiori costi di manodopera.

La macchina per la spirالاتura consiste in un "albero di alimentazione" che regola la velocità di svolgimento delle bobine di elastomero, salendo troviamo due nastri paralleli che fanno ruotare i rocchetti di filo, l'elastomero passa nei fori di questi rocchetti per essere avvolto (si può avvolgere una sola volta oppure si può ottenere la doppia ricopertura facendo passare il filo già ricoperto in un secondo rocchetto con rotazione assiale opposta a quello precedente).

Sopra ci sono i rulli di trascinamento, la velocità relativa tra l'albero di trascinamento e quello di alimentazione costituisce il "k di stiro" (o k-stiro) dell'elastomero, questo valore si dimostra particolarmente rilevante per le qualità di ritorno elastico del filo spirالاتo; dopo questo passaggio il filo viene avvolto intorno alla bobina di raccolta, la cui velocità dipende da quella dell'albero di raccolta, anche se in genere lavora con una piccola percentuale di sovralimentazione.

E' interessante notare che il nastro superiore (Nylon) è gestito da un motore apposito, mentre il nastro inferiore (elastomero) è alimentato dallo stesso motore degli alberi di raccolta, trascinamento e alimentazione, il tutto è gestito con opportuni rapporti d'ingranaggi.



Due ingrandimenti di un filo spirالاتo: è possibile vedere la presenza dell'elastomero attorno a cui è avvolto il filo testurizzato.

5.4) STRETCHONE E AIR-JET

Queste due tipologie di filo sono formate da un filo testurizzato e un elastomero, a differenza dello spiralato, il filo testurizzato non è avvolto sull'elastomero ma è accostato in modo parallelo, i due fili sono uniti tramite "legatura ad aria", questa si ottiene tramite un ugello che soffia aria compressa e condizionata, la pressione dell'aria spinge il fascio di bave contro la parete opposta provocando un ingarbugliamento delle bave e, quindi, una legatura.

La differenza tra Air-Jet e Stretchone sta nel fatto che la macchina dell'Air-Jet parte da una bobina di elastomero e una di filo testurizzato e procede solo alla legatura e raccolta, mentre lo Stretchone parte da elastomero e P.O.Y.; in questo caso la macchina compie la testurizzazione del P.O.Y. e poi la legatura ad aria con l'elastomero, questa tecnologia è molto conveniente perché permette di saltare un passaggio (si usa una macchina sola anziché due) risparmiando soldi e ottenendo un filo con prestazioni più alte perché si evita l'usura di un processo addizionale. In entrambi i casi, l'elastomero subisce un opportuno stiro.

La differenza dallo spiralato è che si ottiene un filo più leggero ed economico ma con prestazioni più basse.

6) LABORATORIO

Il controllo dei filati è necessario per garantire la qualità del prodotto al momento della vendita, in quanto ogni prodotto deve rientrare in determinati parametri prestabiliti per quanto riguarda titolo, contenuto di olio, punti di interlacciatura, allungamento e tenacità. I controlli di laboratorio sono inoltre indispensabili per controllare i parametri di filati a inizio produzione o nel caso di cambi di macchina. Si svolgono anche controlli sui prodotti finiti che presentano difetti per analizzarne la natura.

Il controllo del titolo è il primo ad essere svolto:

$$\text{TITOLO} = \frac{\text{massa}}{\text{lunghezza}} \times K$$

In cui K rappresenta i metri da prendere in considerazione a seconda che si utilizzino den, Tex o dtex. Sperimentalmente si procede avvolgendo su un aspiro cento metri di filato per poi pesare la matassa ottenuta e procedere al calcolo utilizzando $K=10000$ in modo da calcolare la titolatura in dtex.

Come detto in precedenza i filati hanno sempre un lieve contenuto di olio, per ridurre l'effetto elettrostatico e facilitare le lavorazioni in macchine da tessitura e calzetteria, questa quantità è misurata sperimentalmente su campioni da 2 grammi di filo ottenuti in matassa avvolgendo un numero di metri pari a:

$$\text{lunghezza} = \frac{2 \times K}{\text{Titolo}}$$

Dopodiché si pesano la matassa (per avere il peso effettivo) e un piattino. La matassa viene messa in un percolatore e si aggiunge etere di petrolio che dissocia l'olio dalle fibre; la miscela di olio ed etere percola nel piattino che, una volta evaporato l'etere, si pesa di nuovo per ottenere la quantità di olio contenuta nella matassa. Questa quantità viene espressa come:

$$\% \text{olio} = \frac{m_{\text{piat. lordo}} - m_{\text{piat. netto}}}{m_{\text{matassa}}}$$

L'analisi del numero dei punti di interlacciatura si fa manualmente: si realizza un provino di filo ottenuto tagliando 50 cm di filato opportunamente tensionato ($0.2 \times \text{Titolo}$ nel caso di testurizzato e $0.15 \times \text{Titolo}$ per il parallelo, in N) e si contano i punti visibili a occhio nudo. Per semplificare il lavoro nel caso di paralleli, in cui i punti sono meno evidenti, il filo viene fatto galleggiare su dell'acqua in modo che le bave si allarghino dove non sono legate.

La valutazione di allungamento a rottura, tenacità e modulo si fanno tramite misura diretta con dinamometro, per essere considerate attendibili le prove devono essere ripetute almeno 10 volte per bobina nel caso ce ne siano 2, 7 volte per bobina se sono in numero maggiore.

Un altro test che viene eseguito più raramente è l'analisi della "crimp rigidity" in acqua, ossia del rientro per arricciamento in acqua a T ambiente; questo test permette di valutare l'assorbimento di acqua tra le bave del filato che, allargandosi, porta ad un accorciamento complessivo del campione. Questo test non è ufficiale ma è utile per avere un'idea del comportamento. Si usano provini della lunghezza complessiva di 50 cm ottenuti avvolgendo un numero di metri di filato pari a $5550/\text{Titolo}$; questi campioni si immergono in acqua con un peso, dopo due minuti si toglie il peso e dopo altri due minuti si passa alla misura del ritiro percentuale.

Lo spiralo necessita di altri test specifici per il controllo qualità, i più importanti sono due: conteggio del numero di spire e controllo del valore di k-stiro.

Il conteggio del numero di spire si fa prendendo un campione di filo di lunghezza nota (generalmente 50 cm ma si può fare anche con campioni più piccoli) e metterlo in tensione ($0,2 \cdot \text{titolo}$) e separare elastomero e ricopertura manualmente mentre si procede alla rotazione di uno dei capi del filato su un apposito strumento che conteggia quanti giri sono stati fatti; i due fili si riescono a separare completamente solo quando si ha completato il numero corretto di giri e il numero segnato dalla macchina è il numero di spire per quella lunghezza. In generale il numero di spire si esprime sulla lunghezza di un metro, quindi si calcola $n^{\circ} \text{spire/lunghezza}$. Per il calcolo del k-stiro si parte da un campione di 50 cm in trazione di spiralato e si procede separando manualmente elastomero e ricopertura il più delicatamente possibile per non tensionare eccessivamente l'elastomero; una volta ottenuto l'elastomero si misura la sua lunghezza a riposo e si calcola il k-stiro come: $50 \text{ cm/lunghezza a riposo}$.

7) DATI SPERIMENTALI

Per fare un'analisi delle caratteristiche dei vari tipi di lavorazione ho raccolto i dati di alcune prove effettuate su filati di diversi titoli. Ho selezionato due titoli diversi e, per ogni tipo di lavorazione, effettuato delle prove, in modo da vedere a quali proprietà ha portato ogni trattamento.

I titoli selezionati sono due tra i più comuni e sono il 20/20 (microfibra) e il 78/68 (multifibra). E' importante notare che, nei dati che fanno riferimento al P.O.Y. si parla di 26/20 e 100/68 perché questi sono i titoli che, dopo un opportuno stiro, portano ai suddetti 20 e 78.

Per quanto riguarda i due spiralati ho preferito, per avere un confronto migliore delle caratteristiche, utilizzare filati avvolti su un elastomero dello stesso titolo, nel caso particolare 22.

Per completezza sono stati inseriti anche i dati riguardanti il filo 78/68 con falsa torsione fissata, in modo da avere un confronto tra le caratteristiche di fili testurizzati nelle due modalità.

Le prove sono sostanzialmente prove di trazione effettuate su due dinamometri da cui ricaviamo tenacità, allungamento, forza e lavoro per arrivare alla rottura di un numero di bave sufficiente a portare a una caduta di forza definita.

7.1) MACCHINE

Le prove di trazione sono state effettuate su due diversi dinamometri:

- ADF – W della BRUSTIO



- H5KS della HOUNSFIELD



7.2) DATI

Questi sono i dati ottenuti nelle prove di laboratorio:

7.2.1) 26/20

P.O.Y.

TITOLO		LAVORAZIONE	
26/20		P.O.Y.	
Titolo medio	2,64 Tex	Bobine in prova	8
Lunghezza iniziale provino	250 mm	Prove totali eseguite	48
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	38,77 cN/Tex
Fondo scala forza	500 cN	Forza media	102,4 cN
Fondo scala allungamento	150 perc	Coeff. Variazione forza	3,43 perc
Forza di pretensione	1 cN/Tex	Allungamento medio	73,32 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	3,91 perc
Tempo medio	22,0 sec		

	Bobina	Prove	Titolo	Forza min	Forza media	Forza max	All. min	All. med	All. max
			Tex	cN	cN	cN	%	%	%
	1	6	2,64	99,0	103,2	106,8	68,72	74,15	78,60
	2	6	2,64	98,5	100,6	104,0	71,06	72,91	75,06
	3	6	2,64	91,2	98,2	100,8	63,28	70,34	72,58
	4	6	2,64	99,3	102,7	106,1	70,46	72,32	75,24
	5	6	2,64	99,1	101,3	104,2	71,98	73,69	75,11
	6	6	2,64	103,8	105,6	109,3	72,98	75,46	77,91
	7	6	2,64	99,9	102,9	107,5	70,18	73,54	77,12
	8	6	2,64	98,4	104,3	109,4	68,62	74,15	78,41
TOT	8	48	2,64	91,2	102,4	109,4	63,28	73,32	78,60
CV%					3,43			3,91	

	Bobina	Prove	Lavoro	Tenac.	Modulo 2,50%	Tempo
			cN*cm	cN/Tex	cN/Tex	sec
	1	6	1088,8	39,09	119,0	22,2
	2	6	1027,7	38,13	111,7	21,8
	3	6	967,6	37,18	117,6	21,0
	4	6	1064,2	38,91	114,3	22,0
	5	6	1059,9	38,37	114,2	22,2
	6	6	1164,2	40,01	121,8	22,9
	7	6	1088,2	38,98	119,3	22,1
	8	6	1091,0	39,52	123,7	22,1
TOT	8	48	1068,9	38,77	117,7	22,0
CV%			7,70	3,43	9,40	4,00

Bobina	Prova	Forza	Allung	Lavoro	Modulo	Tempo
n	n	cN	%	cN*cm	cN/Tex	sec
1	1	99,0	68,72	958,1	127,35	20,38
1	2	102,4	75,05	1109,7	112,57	22,35
1	3	101,7	70,89	1052,9	121,95	21,53
1	4	106,0	78,60	1169,4	108,46	23,17
1	5	106,8	77,02	1152,6	126,40	22,69
1	6	103,3	74,60	1148,4	124,77	22,85
2	1	98,5	71,06	986,3	109,28	21,09
2	2	100,9	75,06	1067,7	121,57	22,13
2	3	100,0	73,52	1028,2	108,61	21,75
2	4	101,3	72,54	1042,1	115,12	21,75
2	5	104,0	73,24	1078,4	112,98	22,24
2	6	99,2	72,02	1008,9	95,17	21,65
3	1	100,7	70,83	1012,3	126,56	21,31
3	2	98,8	70,86	980,3	102,13	21,09
3	3	100,8	72,06	1023,1	116,98	21,58
3	4	100,3	72,58	1035,0	122,70	21,53
3	5	97,2	72,41	1008,0	106,36	21,53
3	6	91,2	63,28	805,0	131,29	18,78
4	1	103,1	72,32	1078,3	112,87	21,97
4	2	106,1	75,24	1181,9	121,10	23,18
4	3	100,5	70,60	1034,8	110,79	21,64
4	4	99,3	70,46	996,1	102,13	21,26
4	5	103,9	72,65	1082,3	116,79	21,91
4	6	103,4	72,66	1063,8	120,95	21,75
5	1	104,2	74,87	1157,0	127,04	22,96
5	2	100,9	74,17	1077,1	119,22	22,24
5	3	99,1	71,98	992,7	119,22	21,26
5	4	100,8	74,02	1021,4	98,74	21,92
5	5	99,1	71,98	1056,3	102,51	22,08
5	6	103,7	75,11	1102,0	116,34	22,47
6	1	103,9	73,26	1151,6	133,18	22,41
6	2	104,9	76,87	1218,3	135,76	23,29
6	3	109,3	77,91	1202,1	118,33	23,29
6	4	107,3	76,77	1148,6	112,54	22,79
6	5	104,6	72,98	1117,8	125,52	22,03
6	6	103,8	74,97	1196,9	104,87	23,29
7	1	101,3	70,18	1068,0	135,80	21,58
7	2	103,3	77,12	1109,4	94,75	22,52
7	3	101,1	73,27	1021,9	107,73	21,75
7	4	104,3	72,81	1164,2	132,59	22,74
7	5	107,5	75,15	1173,0	119,44	22,73
7	6	99,9	72,69	1045,2	128,32	21,42
8	1	108,3	78,41	1202,6	132,33	23,07
8	2	109,4	76,91	1159,9	132,59	22,68
8	3	99,9	73,05	1094,8	131,07	22,02
8	4	98,4	68,62	945,8	126,65	20,16
8	5	102,5	71,04	1034,2	102,86	21,47
8	6	107,5	76,85	1173,0	116,60	22,96

7.2.2) 20/20

Parallelo

TITOLO		LAVORAZIONE	
20/20		Parallelo	
Titolo medio	2,21 Tex	Bobine in prova	1
Lunghezza iniziale provino	500 mm	Prove totali eseguite	16
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	44,15 cN/Tex
Fondo scala forza	500 cN	Forza media	97,6 cN
Fondo scala allungamento	50 perc	Coeff. Variazione forza	2,61 perc
Forza di pretensione	2 cN/Tex	Allungamento medio	39,05 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	3,97 perc
Tempo medio	24,2 sec		

	Prove	Titolo	Forza min	Forza media	Forza max	All. min	All. med	All. max
		Tex	cN	cN	cN	%	%	%
TOT	16	2,21	92,5	97,6	102,5	35,49	39,05	41,19
CV%				2,61			3,97	

	Prove	Lavoro	Tenac.	L. Rott	Modulo	Tempo
		cN*cm	cN/Tex	Km	cN/Tex	sec
TOT	16	1359	44,15	45,01	326,5	24,2
CV%		4,7	2,61		4,2	2,8

Bobina	Prova	Forza	Allung	Lavoro	Modulo	Tempo
n	n	cN	%	cN*cm	cN/Tex	sec
1	1	96,6	37,81	1352,2	321,21	24,12
1	2	100,1	40,10	1389,2	306,12	24,34
1	3	100,3	40,46	1456,2	330,16	24,99
1	4	102,5	40,16	1485,9	339,13	25,05
1	5	99,0	38,37	1381,4	347,75	24,00
1	6	92,5	35,49	1233,7	326,98	22,79
1	7	98,5	40,20	1392,9	339,91	24,61
1	8	95,6	37,75	1299,8	326,64	23,45
1	9	96,8	39,88	1380,6	324,48	24,93
1	10	96,6	38,74	1335,1	331,89	23,83
1	11	99,4	39,62	1379,0	303,11	24,16
1	12	99,1	41,19	1437,9	299,33	25,38
1	13	96,0	37,77	1326,1	333,35	23,73
1	14	98,5	40,60	1411,8	333,27	24,61
1	15	95,5	39,64	1336,4	338,96	24,23
1	16	94,3	37,07	1291,4	321,84	23,51

7.2.3) 20/20

Testurizzato

TITOLO		LAVORAZIONE	
20/20		Testurizzato	
Titolo medio	2,11 Tex	Bobine in prova	2
Lunghezza iniziale provino	500 mm	Prove totali eseguite	16
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	46,52 cN/Tex
Fondo scala forza	500 cN	Forza media	98,2cN
Fondo scala allungamento	50 perc	Coeff. Variazione forza	3,27 perc
Forza di pretensione	2 cN/Tex	Allungamento medio	25,91 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	4,96 perc
Tempo medio	16,5 sec		

	Prove	Titolo	Forza min	Forza media	Forza max	All. min	All. med	All. max
		Tex	cN	cN	cN	%	%	%
TOT	16	2,11	92,4	98,2	102,7	23,90	25,91	28,04
CV%				3,27			4,96	

	Prove	Lavoro	Tenac.	L. Rott	Modulo	Tempo
		cN*cm	cN/Tex	Km	cN/Tex	sec
TOT	16	805,8	46,52	47,42	264,1	16,5
CV%		6,40	3,27		3,90	3,40

Bobina	Prova	Forza	Allung	Lavoro	Modulo	Tempo
n	n	cN	%	cN*cm	cN/Tex	sec
1	1	95,9	25,90	778,7	263,40	16,15
1	2	98,4	25,16	822,6	266,92	16,70
1	3	92,4	24,41	710,5	260,61	15,44
1	4	92,7	23,90	740,6	258,07	15,93
1	5	96,2	24,42	779,5	239,03	16,25
1	6	95,4	24,94	775,6	262,41	16,15
1	7	97,5	24,73	763,6	271,09	15,87
1	8	100,9	26,46	792,2	276,31	16,15
2	1	102,5	28,04	906,2	264,08	17,63
2	2	100,3	26,82	857,9	262,69	17,08
2	3	98,4	26,37	840,2	258,52	16,92
2	4	101,6	27,59	869,6	267,46	17,03
2	5	101,2	26,98	858,2	284,22	16,91
2	6	102,7	27,27	851,2	279,95	16,86
2	7	97,6	26,67	825,9	266,92	16,70
2	8	96,9	24,89	807,8	256,81	16,48

7.2.4) 20/20 + 22

Spiralato

TITOLO		LAVORAZIONE	
22 + 20/20		Spiralato	
Titolo medio	3,02 Tex	Bobine in prova	1
Lunghezza iniziale provino	500 mm	Prove totali eseguite	16
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	34,37 cN/Tex
Fondo scala forza	500 cN	Forza media	103,8 cN
Fondo scala allungamento	50 perc	Coeff. Variazione forza	3,10 perc
Forza di pretensione	2 cN/Tex	Allungamento medio	24,69 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	5,01 perc
Tempo medio	15,0 sec		

	Prove	Titolo	Forza min	Forza media	Forza max	All. min	All. med	All. max
		Tex	cN	cN	cN	%	%	%
TOT	16	3,02	95,4	103,8	108,2	21,89	24,69	26,36
CV%				3,10			5,01	

	Prove	Lavoro	Tenac.	L. Rott	Modulo	Tempo
		cN*cm	cN/Tex	Km	cN/Tex	sec
TOT	16	696,0	34,37	35,04	130,5	15,0
CV%		8,30	3,10		9,30	5,10

Bobina	Prova	Forza	Allung	Lavoro	Modulo	Tempo
n	n	cN	%	cN*cm	cN/Tex	sec
1	1	104,4	23,88	698,9	147,81	14,61
1	2	102,5	24,24	671,9	129,27	14,83
1	3	95,4	21,89	562,1	133,08	13,35
1	4	99,2	23,37	633,3	135,89	14,23
1	5	104,9	26,30	754,4	107,07	16,14
1	6	104,0	24,96	701,6	116,97	15,16
1	7	102,5	24,06	668,2	130,62	14,67
1	8	106,8	24,60	732,1	152,23	14,88
1	9	106,3	25,46	738,1	124,92	15,43
1	10	101,4	22,96	626,8	145,48	13,90
1	11	107,8	25,64	769,0	132,86	15,65
1	12	108,2	26,36	785,4	125,87	15,99
1	13	105,1	26,06	744,9	111,36	14,88
1	14	104,6	24,84	716,3	132,86	15,10
1	15	104,3	24,98	710,0	129,93	15,22
1	16	103,5	25,27	726,7	132,36	15,38

7.2.5) 100/68

P.O.Y.

TITOLO		LAVORAZIONE	
100/68		P.O.Y.	
Titolo medio	10,10 Tex	Bobine in prova	8
Lunghezza iniziale provino	250 mm	Prove totali eseguite	48
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	38,00 cN/Tex
Fondo scala forza	1000 cN	Forza media	384 cN
Fondo scala allungamento	150 perc	Coeff. Variazione forza	2,81 perc
Forza di pretensione	1 cN/Tex	Allungamento medio	77,98 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	2,36 perc
Tempo medio	23,8 sec		

	Bobina	Prove	Titolo Tex	Forza min cN	Forza media cN	Forza max cN	All. min %	All. med %	All. max %
	1	10	10,10	380	393	404	73,45	77,12	80,29
	2	10	10,10	362	380	391	75,76	78,69	82,13
	3	10	10,10	377	388	407	73,94	77,90	82,42
	4	10	10,10	367	373	382	74,82	77,25	78,87
	5	10	10,10	363	371	378	75,77	77,99	80,12
	6	10	10,10	374	382	393	77,03	78,94	81,69
	7	10	10,10	378	389	399	75,30	78,55	81,39
	8	10	10,10	384	395	405	73,48	77,36	79,40
TOT	8	80	10,10	362	384	407	73,45	77,98	82,42
CV%					2,81			2,36	

	Bobina	Prove	Lavoro cN*cm	Tenac. cN/Tex	Modulo 2,50% cN/Tex	Tempo sec
	1	10	4403	38,90	122,0	23,5
	2	10	4393	37,58	120,1	24,0
	3	10	4476	38,38	123,4	24,0
	4	10	4226	36,95	123,0	23,5
	5	10	4259	36,69	120,2	23,7
	6	10	4402	37,86	123,8	23,9
	7	10	4467	38,53	125,0	23,9
	8	10	4478	39,13	129,4	23,6
TOT	8	80	4388	38,00	123,4	23,8
CV%			4,30	2,81	4,40	2,30

Bobina n	Prova n	Forza cN	Allung %	Lavoro cN*cm	Modulo cN/Tex	Tempo sec
1	1	391	77,14	4357	124,41	23,17
1	2	390	76,82	4468	131,50	23,46
1	3	392	75,62	4439	120,68	23,51
1	4	397	77,15	4464	122,46	13,51
1	5	393	77,72	4343	120,43	13,18
1	6	404	80,29	4751	120,87	24,39
1	7	399	77,35	4592	123,90	23,84
1	8	388	76,78	4367	116,83	23,62
1	9	380	73,45	4125	123,16	22,63
1	10	394	78,88	4424	115,79	23,67
2	1	366	75,76	4122	121,37	23,34
2	2	380	78,75	4451	125,29	24,00
2	3	387	78,78	4604	118,92	24,44
2	4	379	82,13	4517	110,31	24,50
2	5	377	76,82	4127	117,63	23,07
2	6	391	79,43	4722	122,01	24,83
2	7	388	81,59	4661	119,96	24,77
2	8	362	75,87	4065	124,31	22,80
2	9	386	79,14	4369	121,45	23,78
2	10	381	78,67	4653	121,92	24,72
3	1	389	77,71	4733	132,37	24,44
3	2	388	78,24	4655	125,84	24,39
3	3	377	73,94	4266	126,01	23,13
3	4	380	76,01	4390	124,90	23,69
3	5	407	82,42	4828	117,76	24,82
3	6	392	79,56	4537	117,19	24,06
3	7	394	78,60	4500	120,65	24,00
3	8	381	77,42	4387	120,36	23,62
3	9	387	76,38	4389	124,20	23,57
3	10	383	78,71	4420	126,17	23,9
4	1	382	78,18	4474	131,93	24,06
4	2	378	77,73	4266	115,53	23,73
4	3	377	76,73	4149	126,48	23,12
4	4	371	77,35	4213	122,09	23,46
4	5	371	78,87	4352	121,45	23,95
4	6	370	74,82	4108	125,12	22,90
4	7	369	77,28	4207	116,76	23,45
4	8	374	76,83	4241	120,64	23,45
4	9	367	75,95	4147	126,66	23,12
4	10	374	78,78	4396	123,93	23,95
5	1	375	78,77	4393	128,60	24,06
5	2	378	78,77	4466	123,11	24,22
5	3	374	79,59	4339	122,23	23,89
5	4	366	76,39	4034	110,54	23,02
5	5	375	79,09	4374	119,52	23,89
5	6	363	77,13	4224	120,05	23,62
5	7	367	77,49	4197	119,18	23,34
5	8	375	80,12	4469	115,52	24,44
5	9	364	75,77	4298	117,91	24,05
5	10	370	76,82	4089	125,53	22,91

6	1	381	77,28	4223	129,73	23,24
6	2	379	79,69	4417	112,21	24,00
6	3	393	81,69	4620	123,72	24,33
6	4	376	78,35	4370	123,63	23,73
6	5	384	79,97	4472	124,81	24,11
6	6	387	77,92	4234	124,31	23,18
6	7	374	80,13	4570	118,56	24,39
6	8	381	77,03	4487	128,91	24,17
6	9	378	78,24	4265	123,22	23,35
6	10	392	79,08	4653	130,37	24,28
7	1	383	78,69	4408	121,65	23,89
7	2	399	81,39	4843	124,13	25,10
7	3	392	78,41	4549	122,12	24,12
7	4	389	80,40	4672	125,83	24,71
7	5	393	79,71	4443	129,82	23,57
7	6	393	77,55	4440	130,53	23,56
7	7	387	78,15	4404	112,26	23,84
7	8	378	75,30	4145	122,30	22,80
7	9	389	76,88	4420	132,53	23,45
7	10	388	79,08	4658	130,71	24,44
8	1	405	78,11	4613	140,13	23,62
8	2	397	79,07	4555	127,81	23,78
8	3	404	77,79	4657	132,34	23,78
8	4	387	74,37	4396	129,17	23,28
8	5	402	79,40	4719	126,19	24,22
8	6	384	73,48	4146	125,22	22,57
8	7	401	78,57	4605	129,56	23,84
8	8	400	78,77	4600	123,36	23,89
8	9	384	76,76	4408	129,88	23,29
8	10	389	77,28	4421	130,97	23,4

7.2.6) 78/68

Parallelo

TITOLO		LAVORAZIONE	
78/68		Parallelo	
Titolo medio	8,26 Tex	Bobine in prova	1
Lunghezza iniziale provino	500 mm	Prove totali eseguite	16
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	43,67 cN/Tex
Fondo scala forza	500 cN	Forza media	360,7 cN
Fondo scala allungamento	50 perc	Coeff. Variazione forza	1,43 perc
Forza di pretensione	2 cN/Tex	Allungamento medio	35,75 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	3,66 perc
Tempo medio	22,3 sec		

	Prove	Titolo	Forza min	Forza media	Forza max	All. min	All. med	All. max
		Tex	cN	cN	cN	%	%	%
TOT	16	8,26	351,7	360,7	368,8	33,63	35,75	38,13
CV%				1,43			3,66	

	Prove	Lavoro	Tenac.	L. Rott	Modulo	Tempo
		cN*cm	cN/Tex	Km	cN/Tex	sec
TOT	16	4715	43,67	44,51	309,1	22,3
CV%		4,40	1,43		1,3	3,4

Bobina	Prova	Forza	Allung	Lavoro	Modulo	Tempo
n	n	cN	%	cN*cm	cN/Tex	sec
1	1	365,5	35,01	4753,3	307,59	22,14
1	2	357,6	33,63	4468,8	304,57	21,21
1	3	365,2	36,39	5041,3	303,62	23,13
1	4	361,1	34,24	4532,3	311,77	21,25
1	5	363,0	35,27	4639,8	311,35	21,80
1	6	356,7	34,35	4529,8	313,90	21,37
1	7	366,3	36,92	4943,4	315,80	22,90
1	8	351,7	35,08	4399,0	306,14	21,48
1	9	352,0	36,29	4750,0	302,24	22,63
1	10	363,7	37,43	4923,7	311,77	22,90
1	11	362,4	38,13	5030,8	304,92	23,51
1	12	364,5	35,94	4802,8	312,14	22,30
1	13	355,0	34,54	4528,5	306,28	21,53
1	14	357,2	34,86	4700,2	311,91	22,08
1	15	368,8	37,21	4967,3	311,34	22,96
1	16	360,1	36,63	4884,1	309,78	22,85

7.2.7) 78/68

Testurizzato

TITOLO		LAVORAZIONE	
78/68		Testurizzato	
Titolo medio	7,96 Tex	Bobine in prova	1
Lunghezza iniziale provino	500 mm	Prove totali eseguite	16
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	34,70 cN/Tex
Fondo scala forza	500 cN	Forza media	276,2 cN
Fondo scala allungamento	50 perc	Coeff. Variazione forza	2,76 perc
Forza di pretensione	2 cN/Tex	Allungamento medio	16,80 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	3,66 perc
Tempo medio	11,2 sec		

	Prove	Titolo	Forza min	Forza media	Forza max	All. min	All. med	All. max
		Tex	cN	cN	cN	%	%	%
TOT	16	7,96	261,0	276,2	286,1	15,70	16,80	17,88
CV%				2,76			3,90	

	Prove	Lavoro	Tenac.	L. Rott	Modulo	Tempo
		cN*cm	cN/Tex	Km	cN/Tex	sec
TOT	16	1562	34,70	35,37	240,2	11,2
CV%		4,30	2,76		3,20	2,80

Bobina	Prova	Forza	Allung	Lavoro	Modulo	Tempo
n	n	cN	%	cN*cm	cN/Tex	sec
1	1	273,5	17,60	1673,3	231,56	11,87
1	2	269,3	15,96	1613,8	237,59	11,53
1	3	277,0	16,84	1478,7	233,59	10,77
1	4	261,0	15,81	1482,7	257,76	10,87
1	5	273,9	16,73	1532,3	238,93	11,09
1	6	280,2	17,67	1572,4	242,33	11,21
1	7	268,1	16,15	1531,7	246,66	11,09
1	8	282,9	16,63	1613,8	239,26	11,31
1	9	286,1	17,88	1593,1	239,12	11,26
1	10	283,2	17,07	1545,8	243,26	11,04
1	11	267,7	15,70	1494,4	236,30	10,99
1	12	282,7	16,85	1618,8	252,66	11,37
1	13	283,0	17,16	1685,2	236,31	11,64
1	14	283,0	17,23	1543,6	242,28	10,99
1	15	267,2	16,50	1510,1	239,10	11,10
1	16	280,8	17,02	1662,7	225,75	11,75

7.2.8) 78/68

Testurizzato FTF

TITOLO		LAVORAZIONE	
78/68		Testurizzato FTF	
Titolo medio	8,08 Tex	Bobine in prova	1
Lunghezza iniziale provino	500 mm	Prove totali eseguite	16
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	39,39 cN/Tex
Fondo scala forza	500 cN	Forza media	318,3 cN
Fondo scala allungamento	50 perc	Coeff. Variazione forza	1,86 perc
Forza di pretensione	2 cN/Tex	Allungamento medio	21,68 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	3,21 perc
Tempo medio	14,3 sec		

	Prove	Titolo	Forza min	Forza media	Forza max	All. min	All. med	All. max
		Tex	cN	cN	cN	%	%	%
TOT	16	8,08	308,2	318,3	325,8	20,48	21,68	22,67
CV%				1,86			3,21	

	Prove	Lavoro	Tenac.	L. Rott	Modulo	Tempo
		cN*cm	cN/Tex	Km	cN/Tex	sec
TOT	16	2329,0	39,39	40,15	235,9	14,3
CV%		3,90	1,86		2,00	2,50

Bobina	Prova	Forza	Allung	Lavoro	Modulo	Tempo
n	n	cN	%	cN*cm	cN/Tex	sec
1	1	324,7	21,49	2413,7	235,84	14,45
1	2	325,8	21,45	2363,3	237,26	14,29
1	3	317,9	22,52	2412,6	236,05	14,55
1	4	325,0	22,09	2310,5	236,27	14,11
1	5	323,2	21,09	2174,1	241,99	13,51
1	6	310,7	21,27	2343,2	244,94	14,29
1	7	323,0	22,67	2494,8	247,79	14,77
1	8	318,0	22,18	2316,7	229,24	14,23
1	9	320,0	21,19	2310,9	234,76	14,11
1	10	313,6	21,25	2184,2	232,02	13,73
1	11	309,6	20,76	2410,9	238,41	14,55
1	12	324,5	22,66	2469,0	234,29	14,77
1	13	312,7	20,48	2281,4	234,05	14,17
1	14	308,2	21,52	2256,4	242,44	13,95
1	15	315,9	21,68	2395,3	229,62	14,61
1	16	319,7	22,60	2376,7	229,24	14,50

7.2.9) 78/68 + 22

Spiralato

TITOLO		LAVORAZIONE	
22 + 78/68		Spiralato	
Titolo medio	8,76 Tex	Bobine in prova	1
Lunghezza iniziale provino	500 mm	Prove totali eseguite	16
Velocità di trazione	500mm/min	Tenacità media	41,93 cN/Tex
Fondo scala forza	500 cN	Forza media	367,3 cN
Fondo scala allungamento	50 perc	Coeff. Variazione forza	1,34 perc
Forza di pretensione	2 cN/Tex	Allungamento medio	29,55 perc
Caduta forza massima	10 % Fmax	Coeff. Variazione allungamento	3,36 perc
Tempo medio	18,0 sec		

	Prove	Titolo	Forza min	Forza media	Forza max	All. min	All. med	All. max
		Tex	cN	cN	cN	%	%	%
TOT	16	8,76	356,6	367,3	373,1	27,68	29,55	30,89
CV%				1,34			3,36	

	Prove	Lavoro	Tenac.	L. Rott	Modulo	Tempo
		cN*cm	cN/Tex	Km	cN/Tex	sec
TOT	16	3389,9	41,93	42,74	176,5	18,0
CV%		5,40	1,34		2,90	3,60

Bobina	Prova	Forza	Allung	Lavoro	Modulo	Tempo
n	n	cN	%	cN*cm	cN/Tex	sec
1	1	356,6	27,68	3047,6	178,75	16,81
1	2	366,4	29,98	3495,1	171,58	18,46
1	3	358,8	27,98	3114,6	179,30	17,03
1	4	364,2	30,11	3467,6	170,23	18,35
1	5	368,2	30,69	3595,8	174,51	18,73
1	6	362,5	29,45	3314,8	170,39	17,91
1	7	371,2	30,89	3595,7	166,58	18,90
1	8	368,4	30,03	3532,7	182,98	18,34
1	9	370,6	30,53	2576,1	170,88	18,67
1	10	367,9	28,84	3275,5	178,96	17,52
1	11	369,8	29,91	3551,8	179,07	18,40
1	12	369,9	29,57	3490,5	184,37	18,13
1	13	372,8	29,81	3488,5	176,04	18,18
1	14	364,0	27,77	3103,4	178,30	16,91
1	15	373,1	29,89	3505,5	180,73	18,23
1	16	372,4	29,69	3458,3	180,96	18,02

8) ANALISI DATI

Facendo un confronto tra i dati ottenuti all'interno dei filati dello stesso titolo, si possono notare alcune peculiarità interessanti.

La prima cosa che balza all'occhio è che i filati sottoposti a trattamenti successivi hanno un allungamento medio a rottura molto minore di quello del P.O.Y., per entrambi i titoli si passa da un allungamento intorno al 75% a valori che variano, a seconda della lavorazione, dal 16 al 40%; questo è dovuto al fatto che le molecole nel P.O.Y. non sono completamente allineate e, quindi, la prima fase dell'allungamento opera proprio un processo di parallelizzazione, per gli altri fili invece comincia subito la fase di tensione su molecole già allineate. Si nota tuttavia una certa differenza anche tra gli allungamenti dei fili paralleli e testurizzati, infatti, si passa da allungamenti di circa 35-40% per i primi a 15-25% per i secondi, il motivo è da ricercare nel fatto che i fili testurizzati sono già sottoposti alla sollecitazione del momento torcente, oltre al fatto che la lavorazione di testurazione danneggia maggiormente il filo che quindi può rompersi con carichi minori.

Per gli spiralati il discorso è lievemente diverso perché contengono anche l'elastomero, dobbiamo ricordare però che l'elastomero arriva ad allungamenti molto superiori a quelli per cui abbiamo rottura del filo, possiamo dedurre che la rottura complessiva sia da attribuire al cedimento del testurizzato che compone la ricopertura; questo è confermato dai valori di allungamento che sono paragonabili tra le due tipologie di filo.

Un altro dato molto interessante è il valore del modulo che abbiamo ottenuto: il P.O.Y. presenta un modulo di circa 120 cN/Tex per entrambi i titoli, valore che arriva a essere il doppio o addirittura il triplo nei testurizzati e nei paralleli ma che aumenta di poco nel caso degli spiralati. La situazione rappresentata da questi dati è la stessa di prima, cioè il P.O.Y. nella prima fase di trazione allinea le molecole opponendo poca resistenza al carico applicato, in una seconda fase però si cominciano a tensionare le molecole allineate e si arriva a valori di forza a rottura superiori a quelli dei fili che hanno subito lavorazioni successive (il valore è superiore perché il filo è meno danneggiato). Nei filati paralleli e testurizzati, vengono caricate immediatamente le molecole allineate e si ha modulo più alto, ma possiamo vedere che la forza a rottura è abbastanza simile a quella del P.O.Y.

La differenza tra i moduli dei paralleli e dei testurizzati invece è dovuta al fatto che le bave nel parallelo sono, appunto, parallele, mentre nel testurizzato sono ritorte, quindi in un primo momento le bave non sono tutte caricate omogeneamente.

Lo spiralato ha un modulo più basso perché in una prima fase si ha l'allineamento parziale del filo che compone la ricopertura con la sollecitazione e l'elastomero è ancora quasi rilassato, in un secondo momento, però, il valore della forza cresce molto velocemente perché la ricopertura comincia a sostenere il carico e l'elastomero ad essere in tensione; si arriva a valori di forza a rottura più alti che per gli altri filati e vicini a quelli del P.O.Y. perché, pur essendo il filato danneggiato dalla lavorazione, una parte del carico è sostenuta anche dall'elastomero.

Dal confronto tra il filo testurizzato e l'FTF possiamo notare alcune cose interessanti: il modulo è sostanzialmente uguale per entrambe le tipologie di filo, ma l'FTF ha allungamento a rottura e tenacità più elevati del testurizzato tradizionale, mentre il lavoro per la rottura è maggiore di quasi un 60%. Queste caratteristiche sono interessanti per utilizzi in articoli più resistenti e performanti ma si ottengono prodotti meno piacevoli al tatto.

Infine possiamo avere una conferma di quanto detto da un confronto tra i dati ottenuti con il 20/20 e quelli del 78/68; in effetti i valori di allungamento, tenacità e modulo sono molto simili al variare del titolo, abbiamo una dispersione di valori un po' più ampia nel caso del 20/20, questo è dovuto al fatto che il titolo è piuttosto fine e le misurazioni sono, di conseguenza, abbastanza delicate, inoltre gli allungamenti dei testurizzati possono sembrare non molto coerenti, in realtà questo dipende dal fatto che non esiste un solo tipo di testurazione ma si

possono variare moltissimi parametri operativi (temperatura dei forni, velocità di passaggio del filo, stiro e, soprattutto, numero e tipologia di dischi del fuso) al fine di ottenere delle caratteristiche estetiche e funzionali particolari, però questo si ripercuote principalmente sull'allungamento a rottura e la tenacità e comunque non ci allontaniamo di molto dai valori di media.

Ugualmente succede per lo spirato in cui la ricopertura può avere caratteristiche lievemente diverse, essendo a sua volta un testurizzato.

9) CONSIDERAZIONI

A cosa corrispondono i valori ottenuti sperimentalmente nell'utilizzo industriale dei filati, e quanto sono importanti queste caratteristiche nella scelta di una tipologia di filo rispetto ad un'altra?

Ognuno di questi filati che sono stati presi in considerazione ha degli utilizzi specifici dettati dalle caratteristiche ottenute con la lavorazione, dalla qualità del prodotto che si vuole ottenere e dal prezzo che si vuole spendere.

In tutte le applicazioni più importanti i filati di nylon sono utilizzati accoppiati a dell'elastomero, nel caso di spirali e stretch esso è già incluso nella fase di produzione, invece per i paralleli e i testurizzati si aggiunge durante la realizzazione del prodotto finito.

L'applicazione principale del parallelo è in calzetteria e si usa a rango alterno con l'elastomero perché altrimenti non sarebbe dotato di potere elastico e si otterrebbe un prodotto non aderente; le fibre nel parallelo sono allineate e molto vicine, per cui si ottengono prodotti velati (non coprenti) e lisci.

Il filo testurizzato può essere utilizzato in vari tipi di tessitura anche senza l'aggiunta di elastomero perché il trattamento di testurazione porta a un certo potere elastico. Ha la particolarità di perdere aderenza con l'utilizzo ma di riguadagnarla ad ogni lavaggio. La testurazione, come visto, porta a un aumento del volume e del potere coprente per cui questo tipo di filo si usa per prodotti semi-velati o coprenti; all'aumentare del titolo e del numero di bave aumenta anche il potere coprente perché le fibre risultano più grandi e più disperse. In calzetteria si ottengono prodotti abbastanza spugnosi ma regolari. Spesso si preferisce accoppiarlo a dell'elastomero inserito a rango alterno o anche a ogni rango (per ottenere un prodotto definito 3D), si ottiene un prodotto molto più elastico e aderente e, nel caso del 3D anche molto omogeneo.

Lo spiraleto è considerato un filo di alta qualità, infatti l'elastomero non è tingibile (al massimo durante la tintura si sporca), quindi inserirlo parallelamente ad altri fili fa in modo che il colore sia meno omogeneo. Se si usa il filo spiraleto, l'elastomero è coperto e il colore omogeneo. Inoltre si ottiene una maglia meno spugnosa e più pulita. Nel caso del doppio ricoperto non ci sono nemmeno problemi di torsione e si ottengono prodotti di ottima qualità.

Lo spiraleto si può usare a rango alterno o su tutti i ranghi per ottenere la massima elasticità e un prodotto di maggior pregio, però bisogna considerare che, a causa della complessità e della lentezza dei processi di produzione, il prezzo di questo filato arriva ad essere anche quattro volte superiore a quello degli altri.

L'Air-jet è un modo più economico per abbinare filo testurizzato ed elastomero, ha prestazioni più basse dello spiraleto perché l'elastomero è comunque visibile e la maglia risulta più spugnosa, meno pulita e più lucida; si ottengono però prodotti più pregiati che con l'utilizzo del solo Nylon.

Bisogna tenere inoltre conto del fatto che i prodotti devono poi essere venduti e che ci sono molti fattori che influiscono sulle possibilità di acquisto di un prodotto da parte dei consumatori, in particolare si fa riferimento a tre parametri chiave:

- L'estetica e la moda;
- Il prezzo;
- Le proprietà all'uso;

Per proprietà all'uso si intende l'insieme di molti fattori tra cui facile manutenzione, indeformabilità e resistenza all'usura, senza però dimenticare comodità, morbidezza e sofficià. Le prime sono caratteristiche tipiche delle tecnofibre, le seconde delle fibre naturali. Per ottenere un buon compromesso spesso si usano entrambi i tipi di fibre abbinati, anche se le fibre sintetiche stanno avvicinandosi per molti aspetti a quelle naturali. Nel caso particolare della

calzetteria, che è l'ambito con il maggior consumo di fibre di Nylon, la resistenza all'usura e la facile manutenzione sono parametri che vengono percepiti come più importanti.

10) VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE

Il ciclo produttivo dei filati di nylon 6,6, come visto, è piuttosto complesso e comporta un notevole dispendio energetico se si comprendono tutte le fasi lavorative dalla filatura al trasporto dei prodotti alle ditte utilizzatrici.

I dati presentati dalla Fulgar S.p.A. prevedono per il biennio 2008/2010 un consumo di 118.704 MWh provenienti da energia elettrica, 29.120 MWh ottenuti dal gas naturale e 3.046 MWh da combustibili di origine fossile cui vanno sommati 265.000 m³ di acqua. A questi dati vanno associate le quantità di input produttivi che ammontano a 24.600 ton/anno di materie prime e ausiliarie e 3.600 ton/anno di packaging.

E' stato calcolato che nell'anno 2008 le emissioni in atmosfera sono state di 15.420 ton CO₂ eq. per quanto riguarda le emissioni dirette, 78.494 ton CO₂ eq. per le emissioni indirette (calcolate sull'acquisto di energie esterne) e 1.664 ton CO₂ eq. per la movimentazione. Dalla produzione di 29.800 tonnellate/anno di prodotto finito si ottengono circa 2.000 tonnellate di rifiuti, che all'interno della Fulgar S.p.A. vengono riciclate al 63,30% (solo 537 ton/anno di rifiuti sono smaltiti).



La Fulgar S.p.A. sta puntando molto sulla sostenibilità ambientale del proprio ciclo produttivo ed è riuscita ad ottenere la certificazione europea Ecolabel per i suoi prodotti, grazie al nuovo impianto di filatura. L'Ecolabel è il marchio europeo di qualità ecologica che premia i prodotti e i servizi migliori dal punto di vista ambientale, che possono così diversificarsi dai concorrenti presenti sul mercato, mantenendo comunque elevati standard prestazionali. Infatti, l'etichetta attesta che il prodotto o il servizio ha un ridotto impatto ambientale nel suo intero ciclo di vita.

La concessione di questa etichetta avviene solo dopo aver verificato che le caratteristiche ecologiche generali del prodotto rientrano nei criteri previsti; in particolare, per quanto riguarda le fibre tessili artificiali, ci sono 40 criteri da soddisfare che riguardano ausiliari e prodotti di finissaggio, uso di biocidi e biostatici, presenza di formaldeide, scarichi idrici, livelli di

emissioni in atmosfera e acqua, consumo di acqua ed energia, presenza di minerali pesanti.

Il marchio Ecolabel può essere utilizzato solo se il prodotto, o la serie di prodotti, rispetta tutti i criteri stabiliti.

L'ottenimento della certificazione Ecolabel è un traguardo importante perché è riconosciuto a livello europeo e rappresenta una garanzia sia di sostenibilità sia di qualità prestazionale del prodotto. Fulgar è la prima ditta in Europa ad ottenere la certificazione Ecolabel per la produzione di poliammide 6,6, certificazione che è valida per qualsiasi filato proveniente dal loro reparto di filatura.

Fulgar S.p.A. ha impostato tutta la sua produzione del reparto di filatura secondo una serie di iniziative volte al rispetto ambientale, questa politica prende il nome di "Ecoprocess Fulgar".

Ad esempio tutto il reparto di filatura è alimentato con energia ad impatto zero (progetto ZeroE Planet = l'energia impiegata deriva interamente da fonti rinnovabili e certificate, inoltre le emissioni di CO₂ dovute alla costruzione e al mantenimento degli impianti sono state compensate con la creazione di aree forestali capaci di assorbirle), parallelamente si è scelto di utilizzare la minore quantità possibile di packaging e di sfruttare "green pallet" ecosostenibili, cioè pallet prodotti in legno proveniente da foreste a gestione ambientale certificata ed assemblati utilizzando energia 100% rinnovabile.

Per il biennio 2008/2010 Fulgar ha fissato l'obiettivo di:

- Ridurre le emissioni totali di CO₂ del 10%.
- Ridurre il consumo generale di acqua del 15%.
- Ridurre il consumo di energia elettrica del 5%.
- Installare fonti energetiche rinnovabili pari all'1%.
- Produrre una nuova etichetta "Ecopower Fulgar" con cui garantire ai consumatori la sostenibilità ambientale dei prodotti finiti ottenuti con almeno un 75% di filati provenienti dal settore di filatura Fulgar (percentuale che scende al 50% per prodotti composti non esclusivamente da Nylon 6,6.)



I vantaggi di questa politica sono molteplici, innanzitutto si ha un vantaggio ambientale nella riduzione delle emissioni, ma anche economico nel ridurre i consumi; anche se l'energia a impatto ambientale zero è più costosa di quella non certificata, si ha un risparmio complessivo

nella quantità di energia acquistata. Inoltre si ha un ritorno di immagine positivo perché si può offrire un prodotto con un valore aggiunto che può essere trasferito anche ai prodotti finiti delle ditte utilizzatrici di filati, si ha un vantaggio comparato non trascurabile. Questo aspetto assume particolare rilevanza in questo momento in cui la sensibilità verso le tematiche ambientali è uno dei filoni più attivi nel mercato mondiale.

11) BIBLIOGRAFIA

- Barbera, A. & Albertazzi, P. G. *Il mondo delle fibre tessili*, Vittorio Giovannacci editore
- AA.VV. *Manuale di tecnologia tessile*, Zanichelli/Esac
- Williams, C. & Grimes, B. *Distributor complaint investigation management and training*, Invista
- Pisani, P. *Il filo tessile*, Centro Servizi Calza
- Belfanti, C. M. *Calze e maglie*, editrice Tre Lune
- Polettini, P. *Rilevazione economico strutturale del distretto della calzetteria femminile*, Centro Servizi Calza
- Pubblicazione interna Fulgar, *E... l'importante è non perdere il filo*, Fulgar