

INDICE

PREMESSA.....	3
1 Il distretto industriale Tessile	4
1.1 Caratteristiche del distretto	4
1.1.1 Territorio e prodotti	4
1.2 Caratterizzazione del ciclo tessile.....	6
1.2.1 Tessuti convenzionali	7
1.2.1.1 Filiera Lana	7
1.2.1.2 Filiera cotone e lino	8
1.2.1.3 Filiera dei fili continui.....	8
1.2.1.4 La nobilitazione tessile	9
1.2.2 Tessuti Speciali	11
1.2.3 Tessuti nontessuti	12
1.3 Materie prime utilizzate e rifiuti prodotti	14
1.3.1 Materie utilizzate	14
1.3.2 Consumi di acqua e di energia elettrica	16
1.3.3 Tipologie di rifiuti prodotti.....	17
1.3.4 Quantitativi di rifiuti prodotti per tipologie.....	20
2 Le BAT nel settore tessile.....	23
2.1 Dosaggio automatico dei prodotti chimici	24
2.2 Ottimizzazione del consumo di acqua	26
2.3 Agenti di preparazione per fibre artificiali.....	27
2.4 Sostituzione degli oli minerali	28
2.5 Scelta di agenti di imbozzimatura con migliori prestazioni ambientali	29
2.6 Minimizzazione dell'aggiunta degli agenti di imbozzimatura mediante un pre-imbibimento dei filati dell'ordito	30
2.7 Sostituzione di etossilati alchilfenolici (e altri tensioattivi pericolosi)	31
2.8 Utilizzo di agenti complessanti biodegradabili/bioeliminabili nelle fasi di pre-trattamento e tintura.	32
2.9 Selezione di agenti antischiuma a minor impatto ambientale	33
2.10 Utilizzo di cicli integrati di rimozione di polvere/grasso	34
2.11 Recupero degli agenti di imbozzimatura mediante ultrafiltrazione.....	35
2.12 Applicazione del metodo ossidativo per la rimozione dell'agente di imbozzimatura	37
2.13 Recupero degli alcali dalla mercerizzazione.....	38
2.14 Ottimizzazione del pretrattamento del filato di cotone	39
2.15 Tintura ad esaurimento di fibre di poliestere e di sue miscele con tecnologie esenti da agenti di fissaggio o con agenti a basso impatto ambientale	40
2.16 Agenti disperdenti con maggiore bioeliminabilità nella formulazione dei colori ...	41
2.17 Post-trattamento nella tintura di fibre di poliestere (PES)	42
2.18 Tintura ad esaurimento di fibre cellulosiche con coloranti reattivi polifunzionali ad alto fissaggio	44
2.19 Processo alternativo di tintura, sia in continuo che a lotti, di tessuto cellulosico con coloranti reattivi	45
2.20 Metodi a basso utilizzo di cromo per il post-trattamento della lana.....	46
2.21 Ottimizzazione dell'attrezzatura per la tintura jet con macchine a flusso d'aria ...	47
2.22 Sostituzione o riduzione dell'Urea nella stampa reattiva	48
2.23 Uso di cicli chiusi per il lavaggio del tessuto con solvente organico	49
2.24 Trattamento combinato chimico, fisico e biologico per scarichi misti.....	52

2.25	Riciclaggio delle acque reflue di flussi specifici mediante tecnologie a membrana	54
2.26	Treatmento e recupero di reflui contenenti pigmenti.....	55
2.27	Il recupero dei cascami tessili.....	56
2.28	Tecnologie presentate a Ecomondo 2003	58
2.28.1	Impianto modulare mobile per l'identificazione e l'ottimizzazione dei processi possibili di recupero, di riciclaggio e di trattamento degli scarichi industriali.....	58
2.28.2	Treatmento dei reflui e riciclaggio nelle aziende tessili.....	58
2.28.3	Processo del letto fisso a lignite e coke per il treatmento dei reflui industriali	59
2.28.4	Ossidazione anodica dei reflui tessili di tintoria	59
2.28.5	Progetto TOWEF0 (Towards Effluent Zero)	60
3	TECNOLOGIE EMERGENTI.....	61
3.1	Processi di finitura con enzimi	61
3.2	Tecnologia al plasma.....	62
3.3	Utilizzo di CO ₂ supercritico nei processi di tintura	62
3.4	Treatmenti ad ultrasuoni.....	63
3.5	Tintura elettrochimica	63
3.6	Ausiliari alternativi.....	63
3.7	Sviluppi futuri per processi avanzati di ossidazione.....	64
3.8	Recupero dei coloranti mediante Sistemi Acquosi Bifasici (SAB).....	64
4	Progetti LIFE	65
4.1	Il Progetto "Meccanoriciclo"	65
4.2	Riutilizzazione dei bagni di tintura esausti e autocontrollo in linea del processo di tintura	66
4.3	Treatmento terziario di purificazione dell'acqua usando la foto-ossidazione su scala quasi industriale (FOTOTEX).....	66
4.4	Applicazione di una tecnologia per la riduzione dei coloranti nella fase di tintura	67
4.5	Utilizzo di ultrasuoni per minimizzare l'uso di agenti di imbozzimatura e conseguentemente i carichi inquinanti nei reflui.....	67
5	Altri progetti	69
5.1	Riutilizzo irriguo dei reflui tessili depurati.....	69
5.2	PRAI- PROGRAMMA REGIONALE DI AZIONI INNOVATIVE	70
5.2.1	Innovazione e trasferimento di tecnologie per la realizzazione di prodotti tessili diversificati e per la riduzione dell'impatto ambientale dei processi produttivi del comparto tessile; diffusione dell'innovazione all'interno di una rete strutturata per il settore	70
6	Bibliografia.....	72

PREMESSA

Il documento fornisce informazioni sul ciclo di lavorazione, sui consumi e sui livelli di emissione per le aziende dell'industria tessile.

L'impatto ambientale principale nell'industria tessile consiste nella quantità di acqua scaricata e negli inquinanti chimici ivi trasportati. Altre problematiche importanti sono il consumo di energia, le emissioni in aria, i rifiuti solidi e gli odori.

Nella descrizione delle fasi di lavoro del settore vengono omesse quelle fasi che non risultano avere impatti significativi sulla generazione di rifiuti.

L'industria tessile è una delle catene industriali più lunghe e più complicate nell'industria manifatturiera. È un settore spezzettato ed eterogeneo dominato da una maggioranza di piccole e medie imprese, con una produzione in gran parte guidata da tre filiere principali: vestiti, forniture domestiche e forniture industriali.

1 IL DISTRETTO INDUSTRIALE TESSILE

1.1 Caratteristiche del distretto

1.1.1 Territorio e prodotti

Il distretto pratese è una delle aree di maggior rilievo economico nella produzione tessile del nostro paese; l'area comprende l'intera provincia di Prato e costituisce anche uno dei tre poli dell'industria tessile laniera italiana insieme a Biella e Vicenza.

La delimitazione spaziale del distretto non è rimasta invariata nel tempo: negli anni cinquanta e sessanta il distretto si è allargato intorno alla città di Prato coinvolgendo numerosi centri locali della piana centrale toscana; attività tessili collegate a quelle pratesi interessano anche altri comuni limitrofi: Agliana, Montale e Quarrata nella provincia di Pistoia, e Calenzano, Campi Bisenzio e Barberino del Mugello nella provincia di Firenze.

Le principali produzioni presenti nel distretto sono riconducibili a:

- articoli di lana (27,1% della produzione totale);
- filati (18,6%);
- tessuti in cotone e lino (16%).

In tempi più recenti ha avuto un marcato sviluppo la produzione di tessuti sintetici, che ha raggiunto circa il 7,2% del mercato dell'area.

Nel mercato dei filati fantasia per maglieria, Prato occupa una posizione di leadership a livello mondiale.

La specializzazione produttiva del distretto per tipologia specifica di attività registra livelli molto elevati in corrispondenza della produzione di tessuti per l'abbigliamento esterno, prevalentemente di lana cardata e pettinata: posto uguale a 1 il valore medio italiano per quanto riguarda il numero di operatori coinvolti nel comparto tessile, il quoziente di specializzazione (ovvero il rapporto fra numero di operatori pratesi operanti nel settore specifico rispetto alla media italiana) di queste due produzioni per la realtà pratese risulta rispettivamente pari a 71,28 e a 32,64. Da qualche tempo hanno assunto importanza crescente gli articoli in cotone, lino, seta, viscosa e altre fibre pregiate. Significativa è anche l'attività di finissaggio che, con una specializzazione pari a 25,57, occupa l'8% degli addetti del comparto.

Secondo dati del 1999 le imprese che svolgono attività di preparazione di filati sono 1.685 (20,9%), specializzate anch'esse in fibre di lana cardata. Spicca l'alta percentuale (29,8%) dell'attività di tessitura di materie tessili. Seguono le imprese che operano nelle confezioni, che costituiscono il 19,8%, e quelle specializzate nella maglieria che rappresentano il 10,4%.

La produzione di macchine per il settore tessile è la seconda attività cardine dell'area. Sono impiegate ben 200 aziende con un fatturato annuo pari a 210 milioni di dollari (il 40% della produzione viene esportato). Un ristretto numero di imprese è impiegato nella produzione del packaging e di prodotti ausiliari (oli, tinte, detergenti) per le aziende del tessile.

Il distretto tessile di Prato è costituito da un tessuto produttivo di circa 8.000 imprese di dimensioni medio piccole. La popolazione coinvolta nelle attività del tessile è di 44.000 individui, equivalenti a: 15% della popolazione; 30% della forza lavoro totale; 60% degli addetti d'impresa.

In Tabella 1.1 è riportata la produzione degli ultimi anni (milioni di euro).

Tabella 1.1: Produzione di tessili nel distretto pratese¹

Prodotti tessili	Export (milioni di €)	Produzione (milioni di €)	Prezzi medi (€/kg)	Export (t/anno)	Quantità lavorate (t/anno)
Filati	330	880	8,8	37.500	100.000
Tessuti	1.605	2.070	16,7	96.108	123.952
Stoffe e maglia	245	380	15	16.333	25.333
Altri tessili	360	790	6,2	58.064	127.419
Totale	2.540	4.120	-	-	376.704

La tabella 1.2 evidenzia la suddivisione percentuale per tipo di prodotto.

Tabella 1.2: Suddivisione della produzione per tipo di prodotto²

Filati	%	Altri tessili	%
Articoli cardati	24,8	Tessuti a pelo, pelliccette	23,7
Articoli pettinati	75,2	Floccati, spalmati e coagulati	28,7
		Non tessuti	5,7
Tessuti ortogonali	%	Velluti	11,5
Tessuti di lana cardata	38,6	Pile	5,2
Tessuti di lino, cotone e miste	17,7	Resinati	5,9
Tessuti di lanan pettinata	17,3	Tessuti speciali per arredamento	7,5
Altri tipi di tessuti	26,4	Altro	11,8

Nelle tabelle che seguono si forniscono dati che chiariscono le dimensioni delle aziende sia a livello regionale sia a livello delle Province maggiormente interessate dalle attività tessili (Prato, Firenze, Pistoia).

Tabella 1.3: Dimensioni delle imprese operanti nel settore tessile della Regione Toscana (anno 2001)

Classi di aziende per n° di addetti	N° aziende	Incidenza (%)
0-5	8.086	77,65
6-19	1.877	18,03
20-49	368	3,53
50-99	61	0,59
100 e+	21	0,20
TOTALE	10.413	100

Tabella 1.4: Dimensioni delle imprese operanti nel settore tessile della Provincia di Prato (anno 2001)

Classi di aziende per n° di addetti	N° aziende	Incidenza (%)
0-5	4.504	75,57
6-19	1.157	19,41
20-49	242	4,06
50-99	43	0,72
100 e+	14	0,23
TOTALE	5.960	100

¹ Progetto CLOSED

² Progetto CLOSED

Tabella 1.5: Dimensioni delle imprese operanti nel settore tessile della Provincia di Firenze (anno 2001)

Classi di aziende per n° di addetti	N° aziende	Incidenza (%)
0-5	938	78,10
6-19	198	16,49
20-49	51	4,25
50-99	12	1,00
100 e+	2	0,17
TOTALE	1.201	100

Tabella 1.6: Dimensioni delle imprese operanti nel settore tessile della Provincia di Pistoia (anno 2001)

Classi di aziende per n° di addetti	N° aziende	Incidenza (%)
0-5	1.625	83,55
6-19	279	14,34
20-49	36	1,85
50-99	3	0,15
100 e+	2	0,10
TOTALE	1.945	100

1.2 Caratterizzazione del ciclo tessile

La natura delle materie prime, la qualità dei semilavorati e la varietà dei prodotti da ottenere esigono la messa in atto di cicli tecnologici differenziati e l'impiego di attrezzature multiple. Le une e le altre sono responsabili dei contributi inquinanti attribuiti all'industria tessile. In linea di massima, nel ciclo tessile si distinguono le lavorazioni di tipo meccanico (filatura e tessitura), da quelle di tipo chimico (finissaggio e tintoria). Si possono distinguere quattro macro-fasi del processo produttivo:

1. il ciclo di filatura: è l'insieme delle operazioni con le quali è resa possibile la trasformazione della fibra in filato.
2. il ciclo di tessitura: è l'operazione principale che consente di trasformare il filato in tessuto mediante l'intreccio dei filati eseguito o su macchine di maglieria o su telaio (tessitura ortogonale ordito trama); in quest'ultimo caso il filato dell'ordito, avvolto su cilindri metallici (subbi), viene rivestito da prodotti speciali (imbozzimatura) in soluzioni acquose. L'operazione ha lo scopo di rendere i filati resistenti e elastici a sufficienza per essere tessuti. Le bozzime acquose sono prodotti che hanno la caratteristica di essere facilmente asportabili dai tessuti finiti, mediante lavaggio successivo con soluzioni acquose. I prodotti più usati sono salde d'amido, eteri cellulosici, acido poliacrilico.
3. le operazioni cosiddette di nobilitazione e finissaggio, che sono processi a umido e che hanno lo scopo di conferire al tessuto grezzo particolari proprietà fisico-meccaniche ed estetiche (aspetto della superficie). La tintura è il processo principale che dà al prodotto tessile una colorazione uniforme e duratura. Altre operazioni essenziali sono volte, sia a preparare il tessuto alla tintura (candeggio, purga, carbonizzo, etc.), sia a conferire al tessuto, dopo la tintura, altre proprietà di prestazione e di mano.
4. la confezione, dove il tessuto viene sottoposto a operazioni di taglio e quindi avviato a formare il capo finito.

1.2.1 Tessuti convenzionali

1.2.1.1 Filiera Lana

Il sistema o ciclo laniero si distingue fundamentalmente in cardato e pettinato. La distinzione riguarda la materia prima che viene selezionata dagli impianti di pettinatura, i quali separano la frazione di fibre più lunghe, destinate alla lavorazione di filatura e tessitura pettinate, dalle fibre corte, che vanno nel settore della filatura e tessitura cardata.

Preparazione

Inizialmente la lana grezza (lana sucida) viene sottoposta ad una serie di *trattamenti a umido* (lavaggi con acqua calda e sostanze alcaline) per eliminare le impurità (residui organici, grasso, terra) presenti sulla stessa e dopo viene asciugata. Le fasi successive consistono nelle operazioni di cardatura e pettinatura.

La *pettinatura* delle fibre, realizzata tramite appositi pettini, rende parallele e separa le fibre meno lunghe di lana da quelle buone. Le fibre, variamente separate nel processo, hanno destinazioni diverse, e solo frazioni minori di materia fibrosa non filabile vengono avviate verso usi alternativi. La sostanza grassa residua ha impieghi nell'industria cosmetica.

La *cardatura* consente di utilizzare le fibre più corte e di ottenere un filato più morbido e gonfio rispetto alla pettinatura, poiché le fibre non sono parallelizzate. La lana in fiocco viene mescolata in apposite camere e quindi condotta nelle carde (tamburi enormi che graffiano le fibre con dei denti, i cardì appunto), che formano un velo di lana. Questo velo viene trasformato in stoppino e poi attraverso un torcitoio in filo.

I *trattamenti antifeltrenti* (Basolan DC, o cloraggi in genere), sono effettuati sulla lana per facilitare la manutenzione del capo finale, poiché permettono il lavaggio in condizioni più semplici, e normalmente anche in lavatrice. Si eseguono su lana in nastri (tops) per la pettinatura, o in fiocco per i cicli di cardatura. I prodotti utilizzati, generalmente a base di cloro, agiscono in ambiente acido sulle scaglie esterne limandone la superficie e in certi casi staccandole dalla fibra. Si genera quindi una fibra ad alta permeabilità, che ha una bassa tendenza a feltrare e molto più affine ai coloranti di quella non trattata. Particolare è il caso delle lane T.E.C.(Total Easy Care) o SUPERWASH, che oltre al trattamento di cloraggio intenso (acido solforico e ipoclorito di sodio), subiscono anche una resinatura (Hercoset 57).

Filatura

Il ciclo di lavorazione di filatura è simile nei due settori lanieri, e parte da masse fibrose già lavate e pulite. Si basa su una tecnologia di tipo meccanico; si aggiungono in genere alla massa fibrosa, per facilitare la lavorazione delle fibre, sostanze emulsionanti e lubrificanti.

La filatura consiste, in generale, nelle operazioni di stiro, torsione ed incannatura. Le tre operazioni possono essere effettuate con il filatoio intermittente (self-acting) che realizza le tre operazioni in fasi successive, ed è impiegato per la filatura di fibre miste ed eterogenee, o con filatoio continuo (ad anello o ring), che permette di ottenere elevate velocità di lavorazione, e viene impiegato per la filatura di fibre di alta qualità.

La filatura, che ha lo scopo di trasformare i tops di fibre in filati, è articolata nelle seguenti fasi:

- ripettinatura, effettuata con ripetuti passaggi di stiratoio e pettinatrice, per amalgamare e compattare il nastro di fibre, allo scopo di ottenere filati con elevati livelli qualitativi di regolarità e modesta voluminosità;
- mescolatura, mediante stiratoio di miscela ("melangeuse"), allo scopo di miscelare in maniera uniforme nastri di diverse qualità e/o colore, quando si vuole ottenere un colore melange;

- preparazione alla filatura, in genere prevede tre passaggi in stiratoio, per parallelizzare, regolarizzare ed affinare in modo progressivo il nastro di fibre, ed un passaggio finale in una macchina denominata "finitore trottatore", per trasformare i nastri in stoppini aventi compattezza e coesione tali da poter essere trasformati in filato;
- filatura vera e propria.

I filati, sia cardati che pettinati, prima della tessitura, vengono spesso sottoposti ad alcune operazioni complementari, quali:

- la roccatura, allo scopo di trasferire il filato dalla spola del filatoio ad una rocca, che costituisce il supporto mediante il quale si procede alla cessione per la vendita;
- la binatura o accoppiatura, con il quale due o più fili vengono avvolti su di una rocca per l'effettuazione della successiva operazione di ritorcitura;
- la ritorcitura, in genere effettuata su pettinati, allo scopo di fabbricare un filato ritorto partendo da due o più capi di filato semplice;
- vaporissaggio, che consiste nel fissare in un ambiente umido e caldo in autoclave la torsione sui filati, per evitare che le fibre riprendano l'assetto originario.

Da notare che, per il ciclo laniero, la tintura delle fibre è in qualche caso anticipata a valle della filatura, anche se più frequentemente il filato è tinto in rocche o matasse.

Tessitura

Tale operazione, simile in tutte le filiere tessili, trasforma i filati in tessuti, ricorrendo a tecnologie meccaniche, mentre solo la preparazione degli orditi coinvolge processi chimico-fisici. I residui di tessitura sono, per un verso, parificabili a quelli di filatura, e, per un altro, sono sfridi di tessuti destinati al riciclaggio (stracci).

1.2.1.2 Filiera cotone e lino

Filatura

Si tratta di processi analoghi a quelli descritti per la filiera della lana, che intervengono su materie prime, già in parte preparate (all'origine) per essere filate, e, quindi, prive di molte impurità naturali. Anche nella filatura cotoniera e liniera si ha la caratterizzazione di due cicli (pettinato e cardato), e analoga destinazione dei residui della lavorazione. Le operazioni di filatura sono di carattere esclusivamente meccanico.

Tessitura

Simile in tutto a quanto detto per la laniera a cui si rimanda.

1.2.1.3 Filiera dei fili continui

Tratta materiale costituito da bave continue, di vario diametro, fra loro diversamente unite a costituire un filamento. La filatura è costituita in questo caso da una semplice estrusione di massa, e i fili sono arricchiti con preparati oleanti (enzimaggi) per aumentarne la lavorabilità successiva. La tessitura è operata come per le precedenti filiere, su macchine similari. La testurizzazione è un'operazione accessoria a valle della filatura, destinata a dare ai fili caratteri fisici particolari (volume, resistenza, resilienza, etc.), in funzione di particolari destinazioni finali. È operata attraverso un processo fisico meccanico, senza particolari problemi residui.

1.2.1.4 La nobilitazione tessile

Il settore che presenta i maggiori problemi dal punto di vista ambientale è quello della cosiddetta nobilitazione in cui rientrano tutte le operazioni di tintoria e finissaggio (alcune di esse possono, a seconda delle filiere, essere svolte in fasi diverse del ciclo tessile). Sebbene alcuni processi possono prevedere soltanto alcune fasi o includerne altre, la successione delle diverse fasi è la seguente:

- preparazione del tessuto grezzo (purga, sbozzimatura, carbonizzo)
- candeggio
- mercerizzazione
- tintura
- lavaggio e saponatura
- finissaggio
- stampa.

Preparazione

Serve alla eliminazione di impurità naturali, quali olio, resina, grasso e cera, mediante combinazioni di sostanze chimiche e detergenti sciolti in acqua calda.

- **Purga:** è una operazione che libera la fibra dalle sostanze grasse pectiche (sostanze proteiche). Per il cotone favorisce anche l'eliminazione dei sali dei metalli alcalino-terrosi. Si eliminano in questa fase anche gli olii di filatura o di tessitura. Per tale operazione vengono impiegati soda caustica, soda solvay, tensioattivi e complessanti. Nelle acque di scarico saranno presenti poi le sostanze di lavaggio; nei reflui capita siano presenti anche i pesticidi, in certi casi anche con valori molto elevati, poiché presenti sulle fibre.
- **Sbozzimatura:** è una operazione applicata ai tessuti ad intreccio ortogonale imbozzimati per eliminare la bozzima. Per bozzima si intende la componente macromolecolare naturale, artificiale o sintetica, che viene applicata ai filati di ordito, per aumentare la resistenza all'usura durante l'operazione di tessitura (imbozzimatura). Tali componenti sono: componenti insolubili in acqua, come amido e fecola, o parzialmente insolubili, come gli amidi esterificati; oppure componenti solubili in acqua, come copolimeri dello stirene ed acido maleico, acidi poliacrilici, alcool polivinilico ad alta viscosità, carbossimetilcellulosa (C.M.C.) e poliesteri solubili. La sbozzimatura industriale può essere enzimatica o ossidante (con persolfato di sodio e soda caustica, con acqua ossigenata e bromito a pH 10 e temperatura ambiente). I prodotti di idrolisi dell'amido estratti dal tessuto vengono a trovarsi nelle acque di scarico e conferiscono alle stesse alti valori di BOD₅ e COD. Si può ricorrere a alcool polivinilico, acido poliacrilico potendo, in teoria, recuperarli e riutilizzarli.
- **Carbonizzo:** è l'operazione che permette di eliminare i frammenti vegetali dalla fibra. È effettuato in un forno di essiccazione fino a temperature di circa 100 °C, in cui sotto l'azione di acido solforico, cloruro di alluminio e acido cloridrico, i corpi vegetali estranei vengono degradati e successivamente rimossi tramite battitura.

Candeggio

È il processo di demolizione del colore. Le sostanze usate per il candeggio possono essere:

- ossidanti (demoliscono le strutture dei coloranti naturali)
- riducenti (trasformano i coloranti in leuco-derivati, sostanze incolori e solubili in acqua eliminabili con risciacqui).

Mercerizzazione

Viene eseguita solo su cotone e sue miste con poliestere e nylon.

È l'operazione di ispessimento della struttura del tessuto in modo da conferire allo stesso, maggior resistenza e affinità per le materie coloranti.

Tale trattamento è eseguito con alcali concentrati (soda caustica) oppure con ammoniaca liquida. Durante l'operazione di mercerizzo il substrato viene messo in trazione in una soluzione di soda caustica a 18°C, per 5-10 minuti. In tale operazione le fibre di cotone si rigonfiano e con il tiraggio cambia il grado di cristallinità della cellulosa che costituisce la fibra di cotone. Si ottiene anche una notevole lucidità e confort. Si può fare sia in continuo (in tessuto), che discontinuo (matasse di filato).

Tintura

- **Tintura del cotone:** Il colorante è solubilizzato in acqua. Per migliorare la solidità della tintura vengono eseguiti dei post-trattamenti: con fissatore, con sali di rame, con sali di cromo III, diazotazione e copulazione. Questi post-trattamenti con sali di rame e di cromo non si usano quasi più; attualmente si utilizzano dei sali di ammonio quaternario che agganciano il colorante alla fibra. La diazotazione e copulazione è necessaria per le aziende che tingono con particolari coloranti chiamati al tino o indantrene. I colori sono di diversi tipi (colori reattivi, coloranti diretti, coloranti azoici, coloranti al tino, coloranti zolfo, ftalocianine),
- **Tintura della lana:** del tutto simile a quella del cotone. I coloranti usati per tale lavorazione sono:
 - Coloranti acidi, a base di H₂SO₄, acido formico, acido acetico
 - Coloranti al cromo
 - Coloranti premetallizzati
 - Coloranti reattivi.
- **Tintura delle fibre chimiche:**
 - POLIAMMIDE O NYLON - Si procede come per la lana. Normalmente si tinge con coloranti acidi o premetallizzati in ambiente acido per solfato ammonico o acetico.
 - POLIACRILICO - Si tinge con coloranti basici (ASTRAZON, MAXILON), in ambiente acido.
 - POLIESTERE - Per la tintura si usano i coloranti dispersi in acido acetico. Normalmente è necessario portare la temperatura fino ai 130-150°C.

Lavaggio e saponatura

Questo trattamento serve per eliminare il colorante idrolizzato adsorbito dalla fibra che non si è legato efficacemente alla fibra stessa.

Finissaggio

Il finissaggio dei tessuti comprende una serie di trattamenti meccanici o chimico-fisici che hanno lo scopo di conferire ai tessuti semilavorati e greggi, le caratteristiche tecniche e qualitative richieste. Nel caso dei tessuti in lana le operazioni più frequenti sono le seguenti:

- La follatura, normalmente effettuata su tinto, mediante parziale infeltrimento del tessuto con un trattamento meccanico allo scopo di conferirgli maggiore compattezza e favorire la fuoriuscita delle fibre più corte che donano notevole morbidezza; gli ausiliari di follatura, chiamati agenti follanti, sono per lo più tensioattivi ed ammorbidenti che proteggono la fibra dalla degradazione, si lavora a pH generalmente acido o debolmente alcalino in funzione dell'effetto finale e della finezza delle fibre di lana;

- La purgatura, su materiale grezzo, effettuata nei cosiddetti “purghi”, con tessuto cucito a sacco o in largo, allo scopo di eliminare dal tessuto grezzo le impurità; gli ausiliari per la purga sono tensioattivi sgrassanti, soda solvay e agenti complessanti.
- La smerigliatura oppure la garzatura, mediante rulli rivestiti di smeriglio o di altri materiali, per conferire, quando richiesto, un adeguato livello di pelosità;
- La cimatura, che consiste nel rasare la peluria della superficie del tessuto in modo uniforme e alla stessa altezza, mediante macchine dotate di un cilindro rotante munito di coltelli alle estremità;
- La calandratura, per conferire al tessuto una superficie piana, sottile e compatta ed un aspetto lucido e brillante, mediante un cilindro riscaldato internamente da vapore;
- Il potting, che ha lo scopo di conferire ai tessuti di pettinato pesante una superficie il più possibile liscia, con lucido più o meno pronunciato e proteggerli dalla formazione di pieghe;
- Il vaporissaggio, per rilassare il tessuto laniero dalle tensioni accumulate nelle lavorazioni precedenti e stabilizzarlo dimensionalmente, investendo il tessuto, trasportato da un nastro trasportatore, con vapore saturo secco in ambiente aperto.

Durante la fase di finissaggio i rifiuti prodotti sono costituiti per la quasi totalità dalla peluria di lana.

Stampa

È l'applicazione al tessuto di pasta da stampa di coloranti o di pigmenti, seguita da una o più fasi di trattamenti fisici e/o chimici (normalmente si usa il vaporizzo), per fissare la sostanza colorata. Segue il lavaggio finale per eliminare dal tessuto le sostanze ausiliare usate nella pasta da stampa (addensante, reagenti e prodotti di reazione).

La pasta da stampa contiene oltre al colorante e all'addensante (amido e gomme vegetali oppure composti insaturi dell'acido acrilico e maleico), sostanze igroscopiche (glicerina) e solventi, sostanze idrotropiche (urea), sostanze antischiama (prodotti siliconici o alcoli), i reagenti (acidi, alcali, riducenti – sodio, zinco e calcio solfossilato formaldeide, cloruro stannoso e derivati solfinici quali l'ossido di tiourea), sequestranti, ausiliari tessili a carattere imbibente e disperdente, rigonfianti, catalizzatori.

1.2.2 Tessuti Speciali

La spalmatura

È una operazione mediante la quale si ottiene un tessuto composito a cui è applicato uno strato di poliuretano e/o PVC su un lato della pezza. Per applicare lo strato plastico sul tessuto vengono utilizzati principalmente due metodi:

1. Nella resinatura o “spalmatura diretta” viene applicato direttamente sul tessuto uno strato di poliuretano emulsionato in soluzione e successivamente posto in forno per far evaporare il solvente. Sono spesso utilizzate anche resine acriliche e stirolo-butadieniche emulsionate in acqua.
2. Nella spalmatura transfert vengono applicati su una carta release o transfert uno o più strati di poliuretano e/o PVC. Ogni strato è applicato ed asciugato in forno prima della spalmatura dello strato successivo. L'ultimo strato applicato è una strato che funge da adesivo con il tessuto. Dopo l'ultimo passaggio in forno si separa lo spalmato dalla carta, che può essere riutilizzata numerose volte.

I tessuti usati nella spalmatura sono generalmente tessuti in cotone, poliestere, pellicce sintetiche e fibre miste. I pigmenti colorati usati nella spalmatura sono organici o inorganici simili a quelli della tintoria.

All'interno dei forni vi sono degli aspiratori che convogliano le emissioni (solventi) ad una torre di abbattimento ad acqua.

La Bottalatura

È una lavorazione di tipo meccanico che viene effettuata su qualsiasi tipo di tessuto speciale per conferirgli l'aspetto di invecchiamento o stropicciamento. Il materiale viene sottoposto ad azione meccanica dovuta al rotolamento dello stesso all'interno del cesto. Contemporaneamente si può avere una asciugatura mediante aria calda del tessuto precedentemente bagnato oppure un trattamento con vapore diretto sul tessuto asciutto. Infine si ha il raffreddamento del prodotto mediante circolazione di aria fredda.

La Floccatura

I tessuti "floccati" sono tessuti su cui sono "incollati" su una o entrambe le superfici della pezza, delle sottili fibre di rayon viscosa o di nylon, mediante resine in genere acriliche, stirolo butadieniche o PVC con formulazioni simili alla spalmatura. Il procedimento consiste nella deposizione della resina e successivo passaggio attraverso un forte campo elettrostatico, che ha lo scopo di orientare perpendicolarmente al tessuto stesso le fibre. Successivamente il tessuto passa attraverso un forno per far asciugare la resina. Le resine utilizzate sono acriliche in emulsione acquosa, addensate aggiungendo ammoniaca e cloruro di ammonio. Vengono aggiunti alle resine anche pigmenti acquosi e reticolanti. Il flock può subire finissaggi successivi del tutto analoghi al ciclo della lana e cotone.

La Coagulazione

La coagulazione avviene in una apposita linea dove il tessuto, che costituirà il supporto finale, viene immesso in una vasca contenente una soluzione poliuretana. Il tessuto, che rimane impregnato del quantitativo desiderato, viene poi immerso in una vasca di coagulazione in cui il poliuretano, privato del solvente per estrazione, coagula. Infine, dopo una accurata spremitura, si effettua la completa asciugatura del prodotto e la successiva arrotolatura. Con tale lavorazione si ottengono dei semilavorati caratterizzati da una struttura porosa che in seguito possono essere utilizzati come supporto da inviare alla spalmatura o accoppiatura oppure semilavorato da inviare a goffatura o stampa per conferimento di aspetti particolari al prodotto finale.

Goffatura

È una lavorazione di tipo meccanico che viene fatta su qualsiasi tipo di tessuto speciale. Serve per incidere la superficie del semilavorato con cilindri aventi dei disegni a rilievo.

Il tessuto viene prima preriscaldato e poi passato fra un cilindro di supporto di gomma e un cilindro a rilievo che imprime il disegno sul tessuto stesso. Il cilindro a rilievo può lavorare a freddo, per spalmati in PVC, oppure può essere riscaldato.

1.2.3 Tessuti nontessuti

I nontessuti sono una vasta gamma di articoli tessili realizzati, mediante tecnologie di trasformazione che portano direttamente dalla fibra al prodotto finito, senza passare attraverso le fasi tradizionali di filatura, tessitura e maglieria, con significativi vantaggi nei costi.

I nontessuti vengono usati in molti settori; quelli che registrano i consumi maggiori sono: geotessili ed edilizia, automobile, arredamento, abbigliamento e calzature, igienico – medicale.

Il settore del nontessuto è articolato in diversi tipi di industrie: produttori di fibre, produttori di leganti, produttori di ausiliari e coloranti.

Il ciclo per la produzione del nontessuto consiste in una trasformazione diretta, vale a dire si passa dalla fibra al manufatto oppure dal granulo al manufatto.

La prima fase, nella fabbricazione di un nontessuto, è la formazione di un velo di fibre; la fase successiva, la più importante, è il coesionamento del velo, che lo trasforma in un nontessuto.

La formazione del velo è la fase in cui le fibre (fiocco o fili continui) vengono disposte in una struttura piana; può essere condotta attraverso tre tecnologie diverse: per via secca ossia tessile, per via umida ossia cartaria e per via diretta, utilizzando sistemi di estrusione partendo da granuli.

Il coesionamento dei veli si può ottenere con vari sistemi: tramite tecnica d'agugliatura, impregnandoli con una resina, utilizzando la tecnica di cucitura, interlacciando le fibre con getti d'acqua oppure con termofusione per fibre termoplastiche.

In molti processi possono essere combinate le diverse tecnologie di produzione.

I leganti chimici usati sono elastomeri e resine di diversi tipi: acriliche, viniliche, vinil - acriliche, acetato di vinile, stirolo butadiene, acrilonitrile butadiene, cloroprene, PVA, poliuretani, gomma naturale.

Lo schema illustrato nella Tabella 1.7 mostra vari sistemi per la produzione di veli, mentre lo schema della Tabella 1.8 riporta i metodi per il coesionamento dei veli.

Tabella 1.7: Tessuti nontessuti - Sistemi per la formazione del velo

	Carda	- Parallelo
	Carda e faldatore	- Incrociato
Via secca Via tessile		
	Tow faldato	- Incrociato
	Sistema aerodinamico	- Isotropico
	Via umida	- Classico modificato
Via cartaria		
	Via secca	- Processo Kroyer
	Spunbond	- Filamenti continui
	Melt-blown	- Filamenti spaccati
Via estrusione		
	Flash spun	- A scarica elettrica
	Film estrusi	- Reti e rafia

Tabella 1.8: Tessuti nontessuti - Sistemi per il coesionamento del velo

	Agugliatura meccanica
Meccanico	Idrolegatura (Spunlace)
	Cucitura (Malimo)
	Impregnazione con resine e lattici
Chimico	Trattamento con solventi
	Coesionamento con polveri termoplastiche
	Calandratura (Thermobonding)
Termico	Aria calda
	Ultrasuoni

Le materie prime usate nella produzione dei nontessuti sono:

- Fibre e granuli
- Leganti ed ausiliari
- Supporti.

Le fibre utilizzate sono una vasta gamma:

- naturali come cotone, lino, juta;
- artificiali come viscosa, acetato, lyocell;
- sintetiche come poliesteri, poliammidiche, acriliche, poliolefiniche, viniliche;
- fibre con proprietà speciali come antifiamma, antistatiche, antibatteriche, superassorbenti, solubili;
- fibre Hi-Tech: di carbonio, di vetro, aramidiche, PTFE, d'acciaio.

I leganti utilizzati sono: Resine acriliche e copolimeri, Resine Vinilacriliche, Resine PVC, Resine Acetato di vinile, EVA, Stirolo - butadiene, Acrilonitrile - butadiene, Policloroprene, Alcool polivinilico, Carbossimetilcellulosa (CMC), Poliuretani in DMF, Poliuretani in acqua, Gomma naturale, Amidi, Solventi per coalizzazione autogena, Resine Termoidurenti fenoliche, melaminiche ed ureiche.

I supporti utilizzati sono: Tessuti tradizionali, Maglie, Nontessuti, Rafia, Film fibrillati, Fili.

1.3 Materie prime utilizzate e rifiuti prodotti

In questo paragrafo sono riportate le materie ed i prodotti utilizzati nel ciclo tessile e i rifiuti prodotti nelle varie fasi della lavorazione.

1.3.1 Materie utilizzate

Nella tabella 1.9 sono indicate le sostanze principali utilizzate e i processi in cui le sostanze sono coinvolte.

La tabella 1.10 evidenzia le fibre principali utilizzate nel settore.

Tabella 1.9: Materie utilizzate nel settore tessile

Sostanza	Processo/i coinvolti	Sostanza	Processo/i coinvolti
Acetato di Sodio	Tintura	Cloruro di Sodio	Tintura
Acidi Formico	Tintura	Cloruro Stannoso	Stampa
Acidi Lubrificanti	Filatura, Tessitura	Coloranti al Cromo	Tintura
Acidi Poliaccrilici	Sbozzimatura, Lavaggio, Purga	Coloranti al Tino	Tintura
Acido Acetico	Tintura	Coloranti Diretti	Tintura
Acido Cloridrico	Tintura (anche per neutralizzare il mercerizzo)	Coloranti Premetallizzati	Tintura
Acido Maleico	Sbozzimatura	Coloranti Zolfo	Tintura
Acido Ossalico	Tintura	Colori Reattivi	Tintura
Acido Solforico	Carbonizzo, Tintura	Copolimeri dello Stirene	Sbozzimatura
Acqua Ossigenata	Candeggio, Sbozzimatura	Derivati Solfinici	Stampa
Alcali	Lavaggi, Mercerizzo, Tintura, Follatura	Detergente	Lavaggi
Alcoli	Lavaggi, Stampa	Disperdente	Purga, Candeggio, Tintura
Alcool Polivinilico	Imbozzimatura	DMF	Spalmatura
Amido	Stampa	DOP	Spalmatura
Ammoniaca	Mercerizzazione	Fissatore	Rifinitone, Post-Tintura
Ammorbidenti	Rifinitone	Ftalocianine	Tintura
Antibastonante	Tintura	Glicerina	Stampa
Antipiega	Rifinitone	Glicoli	Lavaggi, Purga
Antipilling	Rifinitone	Gomme Vegetali	Stampa
Antischiuma	Lavaggi, Mercerizzo, Tintura	Idrosolfito di Sodio	Candeggio
Antistramante	Rifinitone	Idrossido di Sodio	Mercerizzo, Tintura

Sostanza	Processo/i coinvolti	Sostanza	Processo/i coinvolti
Ausiliare Tintoria	Tintura	Imballaggi in Plastica	Semilavorato E/O Prodotto Finito
Ausiliari per Follatura e Lavaggio/Follante	Rifinizione	Imbibenti per Stampa	Stampa
Azodicarbonamide	Spalmatura	Naftali	Tintura
Bianchi Ottici	Tintura	Oleanti	Filatura, Tessitura
Bisolfiti	Candeggio (anche per neutralizzare processi ossidativi)	Olio	Filatura, Tessitura
Borati	Candeggio	Ossidanti	Antifilamento per la Lana, Stampa e Tintura
Calcio Solfossilato	Stampa	Ossido di Tiourea	Stampa
Formaldeide	Stampa	Ossido di Tiourea	Stampa
Carbonato Di Sodio	Lavaggio, Purga, Tintura	Perborato di Sodio	Candeggio
Carbossimetilcellulosa (C.M.C.)	Imbozzimatura	Percloroetilene	Lavaggi
Catalizzatore	Spalmatura, Rifinizione	Persolfato di Sodio	Sbozzimatura
Cloruro di Alluminio	Carbonizzo	Pirofosfato di Sodio	Candeggio
Poliesteri Solubili	Imbozzimatura	Silicato di Sodio	Candeggio
Poliuretano	Spalmatura	Soda Caustica	Sbozzimatura, Mercerizzazione, Finissaggio
Prodotti Antiprecipitanti (Cationici ed Anionici)	Spalmatura	Soda Solvay	Tintura, Lavaggi, Purga
Prodotti Antiriducenti (per Coloranti Reattivi)	Tintura	Sodio Bicromato	Post-Tintura
Prodotti per lavorabilità (Base Paraffina)	Filatura, Tessitura, Rifinizione	Sodio Clorito	Candeggio, Tintura
Prodotti Siliconici	Rifinizione Post-Tintura, Stampa	Sodio Ipoclorito	Candeggio, Tintura
Pvc	Spalmatura	Sodio Metabisolfito	Candeggio, Neutralizzazione di Processi Ossidativi
Resina	Spalmatura	Solfato di Ammonio	Tintura
Riducente	Candeggio	Solfato di Sodio	Tintura
Rigonfiante	Lavaggio, Purga, Tintura	Solfiti	Candeggio
Ritardante	Tintura	Solfuro di Sodio	Tintura
Sale	Tintura	Stabilizzante	Candeggio
Sali di Ammonio Quaternario	Tintura	Sviluppatori Di Acido	Tintura
Sali Di Cromo III	Tintura	Tensioattivi (Tessili)	Purghe, Lavaggi, Mercerizzo, Tintura, Rifinizione
Sali di Rame	Tintura	Tiosolfati	Candeggio
Sapone Detergente	Lavaggi, Purga	Tripolifosfato	Candeggio
Sbiancante Lana	Candeggio	Ugualizzante	Tintura
Sequestrante	Candeggio, Sbozzimatura, Mercerizzo	Ugualizzanti per Lana/Acrylic	Tintura
Sgommate per Seta	Sgommatrice della Seta	Urea	Stampa
Silicati di Magnesio	Candeggio		

Tabella 1.10: Fibre utilizzate nel settore Tessile

Fibre naturali	
Animali:	lana, peli o crini, seta, seta selvatica.
Vegetali:	cotone, lino, canapa, juta, kenaf, ramiè, ginestra, sunn, henequen, magney, abaca, sisal, alfa, cocco, kapok.
Minerali:	amianto.
Fibre artificiali	
	lucro, viscosa, modal, acetato disac., acetato, triacetato, alginica, gomma, proteica.
Fibre sintetiche	
	Acrilica, clorofibra, elastan, fluorotilenica, gomma di sintesi, modacrilica, poliammidica, poliestere, poliolefinica, pleurica, poliuretanic, trivinilica, vinil, vinilestere.

1.3.2 Consumi di acqua e di energia elettrica

Nel sistema locale pratese la gestione dei servizi a rilevanza ambientale è affidata principalmente a imprese e consorzi pubblici.

La tabella 1.11 seguente propone una visione d'insieme, articolata per servizio e soggetto gestore nei singoli Comuni dell'area. Le sole gestioni in economia rimaste si riferiscono alle fasi di fognatura e depurazione delle acque nel comune di Vernio.

Tabella 1.11: Soggetti gestori dei servizi di pubblica utilità³

Ente gestore	Distribuzione acqua	Rete fognaria	Depurazione	Gestione rifiuti	Gas
CONSIAG	Prato Cantagallo Carmignano Montemurlo Poggio a Caiano Vaiano Vernio	Prato Cantagallo Carmignano Montemurlo Poggio a Caiano Vaiano	Poggio a Caiano In fase di realizzazione impianti di Cantagallo e Carmignano		Prato Cantagallo Carmignano Montemurlo Poggio a Caiano Vaiano Vernio
GIDA			Prato Montemurlo Vaiano (in parte)		
ASMIU				Prato Cantagallo Carmignano Montemurlo Poggio a Caiano Vaiano Vernio	
Comune di Vernio		Vernio	Vernio		
SNAM					Aree industriali

Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAT

Servizi idrici integrati

I servizi idrici integrati sono affidati, in tutti i comuni dell'area pratese con l'eccezione appena segnalata, al CONSIAG. Le principali informazioni sulla gestione dei servizi possono essere ricavate dalle Certificazioni dei conti consuntivi delle amministrazioni comunali e dal sistema informativo di Cispel Toscana.

Per l'anno 1999, l'erogazione complessiva di acqua, rilevata dalla prima fonte informativa, è stata di circa 16 milioni di m³, corrispondenti a 72 m³ per abitante. Le unità immobiliari servite sono 74 mila. I km di rete di distribuzione rilevati sono circa 900. Il dato del comune capoluogo incide, in relazione a tutte le variabili, per una percentuale compresa tra il 75% e l'80%.

Energia elettrica

Nel 1999 la distribuzione di energia è stata realizzata esclusivamente dall'ENEL. I consumi complessivamente registrati sono di 1.400 milioni di KWh, di cui: 935 KWh riconducibili all'attività industriale, 213 KWh all'attività terziaria, e 237 KWh ai consumi domestici.

Complessivamente i consumi elettrici del sistema pratese incidono sul totale dei consumi regionali per il 7,8%; ma, mentre i consumi domestici registrano una quota inferiore e pari al 6,3%, i consumi industriali costituiscono il 9,8%.

Il settore tessile di Prato assume, per quanto riguarda i consumi elettrici, un peso notevole: rappresenta infatti il 77% dei consumi tessili regionali, e questo è spiegato dalla specializzazione settoriale dell'area; inoltre si rileva che i consumi di questo settore rappresentano il 58,8% del totale dei consumi industriali del distretto.

³ Progetto CLOSED

Tabella 1.12: Consumi di energia elettrica per settore⁴

	CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA PER SETTORI, 1999				
	Provincia di Prato		var. % 1999/98	Toscana	
	mni KWh 1998	mni KWh 1999		mni KWh 1999	Incidenza %
AGRICOLTURA	1,8	1,9	5,6	209,5	0,9
INDUSTRIA	935,5	933,4	-0,2	9.479,6	9,8
- Tessile, abbig., calzature	852,2	851,3	-0,1	1.493,9	57,0
- Tessile	826,3	822,3	-0,5	1.109,8	74,1
- Vestiario e abbigl	21,1	24,2	14,7	84,7	28,6
- Pelli e cuoio	4,7	4,7	0,0	200,6	2,3
- Calzature	0,1	0,1	0,0	98,8	0,1
- Cartaria	6,3	7,2	14,3	1.695,6	0,4
- Meccanica	16,9	16,1	-4,7	536,4	3,0
- Apparecchi elettrici, ...	0,8	0,9	12,5	95,7	0,9
TERZIARIO	213,3	227,2	6,5	4.511,0	5,0
DOMESTICO	237,3	242,0	2,0	3.836,6	6,3
TOTALE	1.387,9	1.404,5	1,2	18.114,7	7,8

1.3.3 Tipologie di rifiuti prodotti

Dal settore tessile si originano le tipologie di rifiuti e reflui riportati in Tabella 1.13, 1.14, 1.15. Il seguente elenco fornisce i codici del catasto europeo dei rifiuti per il settore tessile:

04 02 00 rifiuti dell'industria tessile

04 02 09 rifiuti da materiali compositi (fibre impregnate, elastomeri, plastomeri)

04 02 10 materiale organico proveniente da prodotti naturali (ad es. grasso, cera)

04 02 14 * rifiuti provenienti da operazioni di finitura, contenenti solventi organici

04 02 15 rifiuti da operazioni di finitura, diversi da quelli di cui alla voce 04 02 14

04 02 16 * tinture e pigmenti, contenenti sostanze pericolose

04 02 17 tinture e pigmenti, diversi da quelli di cui alla voce 04 02 16

04 02 19 * fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose

04 02 20 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 04 02 19

04 02 21 rifiuti da fibre tessili grezze

04 02 22 rifiuti da fibre tessili lavorate

04 02 99 rifiuti non specificati altrimenti

Le tipologie di rifiuti prodotte nelle diverse fasi di lavorazione sono:

- Fanghi da lavaggi e preparazione fibre;
- Soluzioni (bozzime, bagni, tinture e pigmenti);
- Rifiuti di fibre grezze e lavorate;
- Fibre tessili;
- Velo di carda;
- Fili;
- Cimose e testate;
- Pezzi di tessuto;
- Polvere di fibra (o peluria).

I più rilevanti processi inquinanti sono connessi ai cicli a umido, lavaggio della lana sucida, carbonizzo, mercerizzazione, disincollaggio e sbizzimatura, candeggio, tintura, stampa, finissaggio, da cui si originano quantità significative di reflui liquidi destinati a trattamento biologico e chimico-fisico.

⁴ Progetto CLOSED

Le acque di processo sono generalmente alcaline, con un elevato BOD₅ e COD, presenza di solidi, olii, metalli pesanti da processi di tintura e stampa e, a seconda dei processi (in particolare nelle operazioni di finissaggio e candeggio), anche di fenoli e composti organici alogenati.

I fanghi organici prodotti dal trattamento delle acque di risulta sono generalmente inviate alla rete di fognatura industriale che convoglia le acque ad un impianto centralizzato di trattamento dove le stesse, post trattamento, vengono reimmesse nell'acquedotto industriale.

Il sistema centralizzato di trattamento consente di fare riferimento, per la valutazione della produzione dei fanghi, ad un numero ridotto di "grandi produttori", i depuratori della rete impiantistica.

Col termine "polvere di fibra" o "peluria" si individuano tutte le fibre di scarto di lunghezza inferiore a 1 mm che sono prodotte all'interno del ciclo tessile.

Tali fibre, a causa delle dimensioni molto ridotte, tendono inizialmente a disperdersi nell'aria per poi depositarsi nell'ambiente; in genere esse vengono catturate dai filtri dell'impianto di trattamento dell'aria, e costituiscono dunque un miscuglio dei vari materiali utilizzati nel corso della produzione. In linea di massima il tipo di rifiuti solidi, liquidi e fangosi prodotto dipende dalla fase del ciclo produttivo che lo genera. Il discorso è diverso per la peluria, che può derivare da qualsiasi fase del processo produttivo, dal momento che le fibre sono costantemente sottoposte a sollecitazioni meccaniche come abrasione e attrito.

La seguente tabella 1.13 evidenzia le fasi del processo produttivo in cui sono generate le diverse tipologie di rifiuti mentre la successiva tabella 1.14 mostra gli impatti ambientali presenti nelle diverse fasi del ciclo di lavorazione a umido.

Tabella 1.13: Tipiche tipologie di rifiuti prodotti dall'industria tessile

Tipo di rifiuto	Lavaggio/cardatura	Tessuto non tessuto	Filatura	Tessitura	Finissaggio
Peluria	X	X	X	X	X
Fibre	X	X	X	X	X
Fili			X	X	
Cimose				X	
Pezze				X	X

Tabella 1.14: Aspetti ambientali del ciclo "umido"

Ciclo	Fase	Emissioni in atmosfera	Scarichi idrici	Rifiuti
Preparazione	Purga	Vapori acidi	Sost. Chimiche	Residui chimici
	Carbonizzo	Vapori acidi	Acido solforoso	Residui chimici
	Mercerizzazione		Soluz. Alcalina	Sost. Chimiche
	Sbozzimatura	Vapori acidi	Agenti collanti sintetici non biodegradabili, COD	Sost. Chimiche
	Trattamento termico			Sost. Chimiche
Candeggio		Sbiancanti e detersivi	Sali inorganici, agenti ossidanti	Sost. Chimiche
Tintura	Preparazione colore	Polveri coloranti		Sost. Chimiche, imballaggi
	Tintura	Coloranti, idrocarburi	Coloranti, metalli, sali BOD, COD	Sost. Chimiche
	Stampa	Solventi, gas di combustione	Urea, solventi, coloranti, metalli, BOD.	Sost. Chimiche
Finissaggio		Composti organici volatili (COV), gas di combustione, vapori acidi	BOD, COD	Sost. Chimiche, imballaggi

La seguente tabella 1.15 elenca con maggior dettaglio i rifiuti caratteristici generati dal processo produttivo.

Tabella 1.15: Tipologie di rifiuti caratteristici dei cicli produttivi dell'industria tessile

Ciclo produttivo	Rifiuti
Industria tessile (rifiuti non specifici)	Olii esauriti
	Imballaggi
	Batterie ed accumulatori
	Legno, vetro, plastica
	Metalli
	Rifiuti solidi assimilabili
Filatura lana pettinata	Fanghi di lavaggio lana
	Materiale organico proveniente da prodotti naturali
	Rifiuti da fibre tessili grezze
	Rifiuti da fibre tessili lavorate
Filatura lana cardata	Rifiuti da fibre tessili grezze
	Rifiuti da fibre tessili lavorate
	Fanghi da trattamento effluenti (se presente un ciclo di nobilitazione)
Filatura cotone e lino	Scarti vegetali
	Rifiuti da fibre tessili grezze vegetali
	Rifiuti da fibre tessili vegetali lavorate
	Rifiuti da fibre tessili miste lavorate
	Fanghi da trattamento effluenti (se presente un ciclo di nobilitazione)
Fili continui	Rifiuti da fibre tessili grezze
	Rifiuti da fibre tessili lavorate
	Fanghi da trattamento effluenti (se presente un ciclo di nobilitazione)
Tessitura lana	Rifiuti da fibre tessili lavorate
	Fanghi da trattamento effluenti (se presente un ciclo di nobilitazione)
Tessitura lino e cotone	Rifiuti da fibre tessili lavorate
	Fanghi da trattamento effluenti (se presente un ciclo di nobilitazione)
Nobilitazione	Fanghi da trattamento effluenti da processi con uso di prodotti chimici inorganici, di prodotti chimici organici, di acque di lavaggio con solventi organici, cere, grassi, detergenti, di coloranti e pigmenti, di adesivi e sigillanti, fanghi contenenti solventi alogenati
	Residui di vernici e pitture
	Residui di adesivi
	Fibre tessili miste lavorate
Confezionamento	Cascami e ritagli
	Fibre tessili miste lavorate
	Rifiuti da operazioni di confezionamento contenenti composti alogenati

1.3.4 Quantitativi di rifiuti prodotti per tipologie

Le tabelle che seguono forniscono dettagli sulla produzione di rifiuti sia a livello regionale (tab. 1.16 e 1.18) sia a livello delle Province maggiormente interessate dall'attività tessile (tab. 1.17).

Tabella 1.16: Rifiuti prodotti a livello regionale nel settore tessile (elaborazione dati MUD)

ISTAT 17: Industrie tessili			
PROV	Prodotto (1999)	Prodotto (2000)	Prodotto (2001)
AR	762,52	779,50	891,75
FI	7.823,26	8.665,78	7.861,68
LI	0,30	-	2,08
LU	1.136,38	1.386,50	1.178,55
MS	4,65	5,24	7,12
PI	424,02	459,06	393,30
PO	40.385,57	45.682,81	49.935,85
PT	8.022,74	7.455,18	6.828,64
SI	118,49	111,13	98,68
Totale	58.677,93	64.545,19	67.197,66

Tabella 1.17: Rifiuti prodotti nelle Province di Firenze, Prato e Pistoia in funzione della specializzazione (elaborazione dati MUD)

Produzione di rifiuti per codice ISTAT di attività (t/anno): Province di Prato, Pistoia, Firenze				
ISTAT	Denominazione	Prodotto (1999)	Prodotto (2000)	Prodotto (2001)
17100	Preparazione e filatura di fibre e tessuti	285,9	228,9	443,5
17110	Preparazione e filatura di fibre tipo cotone	105,6	90,0	107,6
17120	Preparazione e filatura di fibre tipo lana cardata	251,6	232,4	203,9
17121	Preparazione delle fibre di lana e assimilate, cardatura	2351,0	6032,2	3450,2
17122	Filatura della lana cardata e di altre fibre tessili a taglio laniero	3242,6	4471,1	12770,6
17130	Preparazione e filatura di fibre tipo lana pettinata	6,1	4,6	1,9
17131	Pettinatura e ripettinatura delle fibre di lana e assimilate	190,2	166,4	118,1
17132	Filatura di lana pettinata e di fibre assimilate in gomitoli e matasse	332,7	294,6	230,4
17150	Torcitura e preparazione della seta (inclusa quella di cascami) e torcitura e testurizzazione di filati sintetici o artificiali	291,9	472,6	449,6
17170	Attività di preparazione e di filatura di altre fibre tessili	1937,6	2231,3	2059,8
17200	Tessitura di materiali tessili	750,1	671,9	742,3
17210	Tessitura di filati tipo cotone	23,7	32,3	76,0
17220	Tessitura di filati tipo lana cardata	1619,1	2032,1	1923,4
17230	Tessitura di filati tipo lana pettinata	219,0	240,1	296,6
17250	Tessitura di altre materie tessili	412,7	467,4	691,4
17300	Finissaggio dei tessuti	21237,9	23945,7	23581,4
17402	Fabbricazione di articoli in materie tessili n.c.a.	5879,7	2099,8	1830,7
17500	Altre industrie tessili	454,4	555,3	429,5
17510	Fabbricazione di tappeti e moquette	714,1	631,8	1044,5
17520	Fabbricazione di spago, corde, funi e reti	0,6	0,3	9,6
17530	Fabbricazione di tessuti non tessuti e di articoli in tali materie, esclusi gli articoli di vestiario	4473,3	6982,9	4815,6
17540	Fabbricazione di altri tessili n.c.a.	713,9	521,2	584,6
17541	Fabbricazione di feltri battuti	368,8	353,6	441,9
17542	Fabbricazione nastri, fettucce, stringhe, trecce, passamanerie di fibre tessili	11,2	14,0	19,1
17543	Fabbricazione di tessuti elastici diversi	2765,7	719,8	428,4
17544	Fabbricazione di articoli tessili diversi	6015,8	6416,4	6113,7
17546	Fabbricazioni di ricami	220,7	18,2	26,0
17600	Fabbricazione di maglierie	869,6	865,2	756,7
17700	Fabbricazione di articoli in maglieria	50,2	30,6	45,2
17710	Fabbricazione di articoli di calzetteria a maglia	11,0	11,6	17,6

Produzione di rifiuti per codice ISTAT di attività (t/anno): Province di Prato, Pistoia, Firenze				
ISTAT	Denominazione	Prodotto (1999)	Prodotto (2000)	Prodotto (2001)
17720	Fabbricazione di pullover, cardigan ed altri articoli simili a maglia	121,6	141,7	109,1
17730	Fabbricazione di altra maglieria esterna	12,3	21,6	3,2
17740	Fabbricazione di maglieria intima	1,0	0,4	40,0
17750	Fabbricazione di altri articoli e accessori a maglia	16,9	16,4	11,2
TOTALE		57.957	63.014	65.874

Tabella 1.18: Rifiuti specifici di settore prodotti nella Regione Toscana (elaborazione dati MUD)

Produzione di rifiuti per CER principale (t/anno): regione Toscana			
1999	2000	2001	Codici Rifiuti del settore tessile secondo la classificazione della Decisione 2000/532/CE e s.m.i.
1.244,5	4.213,8	2.007,7	040221
25.470,1	29.195,5	38.273,1	040222
1.239,1	1.519,9	1.988,4	040209
4,6	4,1	1,5	040210
117,9	227,1	305,5	040214
29,2	89,5	485,3	040214+040215 (vd. nota 1)
58,9	19,2	0,1	040216+040217 (vd. nota 2)
1.592,4	2.268,9	1.932,9	040219+040220 (vd. nota 3)
1.385,7	1.696,8	564,8	040299
31.142	39.235	45.560	TOTALE
<i>nota 1: ex 040212; nota 2: ex 040213; nota 3: ex 190804</i>			

La differenza del totale dei rifiuti della precedente tabella 1.18 rispetto a quello indicato nella tabella 1.16 è dovuta essenzialmente alla presenza dei seguenti rifiuti identificati con codici CER diversi da quelli specifici di settore:

- Soluzioni acquose di lavaggio e acque madri (rifiuti pericolosi): circa 6.000 t/a
- Fanghi e rifiuti solidi contenenti solventi alogenati (rifiuti pericolosi): circa 800 t/a
- Imballaggi: circa 10.000 t/a
- Rifiuti tessili assimilabili agli urbani: circa 3.000 t/a

Ai totali dei rifiuti indicati nelle tabelle devono poi essere aggiunti i fanghi prodotti dai depuratori centralizzati che trattano i reflui delle aziende tessili.

A tal proposito nella Tabella 1.19 sono riportati i quantitativi di fanghi prodotti dal settore tessile, per il quadriennio 1997 – 2000, dedotti dal Piano per la Gestione dei Rifiuti Speciali Pericolosi e Non della Provincia di Prato; i dati, pertanto si riferiscono alla sola Provincia di Prato.

Tabella 1.19: Quantitativi di rifiuti prodotti dal settore tessile suddivisi per classi macroscopiche⁵

Tipologia di RS	1997	1998	1999	2000
Fanghi di depurazione	46.000	38.206	37.387	39.673

Per i fanghi di depurazione prodotti dal settore, si osserva che il trend 1998-2000 è sostanzialmente stabile, ed inferiore di circa 8.000 t/a alla stima del Piano Regionale per l'anno 1997; la differenza può essere imputabile a differenze nel tenore di sostanza secca per i flussi stimati dal Piano Regionale rispetto ai dati relativi ai quantitativi dichiarati negli anni successivi.

⁵ Fonte: Piano per la Gestione dei Rifiuti Speciali Pericolosi e Non della Provincia di Prato

I fanghi organici sono prodotti nella stragrande maggioranza dal trattamento delle acque di risulta della fase di tintura delle fibre tessili; altre fonti sono date dalla preparazione e lavaggio della fibra (tipo lana cardata). Le singole industrie dotate di ciclo "a umido" sono generalmente collegate alla rete di fognatura industriale che convoglia le acque agli impianti centralizzati di trattamento.

Qui le acque, dopo trattamento, vengono reimmesse nella rete delle acque industriali (acquedotto industriale). Questo sistema centralizzato di trattamento acque consente di individuare pochi "grandi produttori" di fanghi identificabili appunto con gli impianti.

Gestione degli scarti

Il settore è da tempo orientato sulla strada del recupero; in relazione anche al valore di alcuni scarti il riutilizzo risulta storicamente spinto.

La peluria ed i pelucchi tessili da fibre naturali possono essere destinati all'industria cartaria per la produzione di carta e cartone nelle forme usualmente commercializzate.

Gli scarti da fibre tessili naturali, artificiali o sintetiche sono sottoposti a processi di selezione, separazione ed igienizzazione per la produzione di materie prime secondarie per l'industria tessile.

Cascami

Sulla base di un'apposita regolamentazione comunale circa i criteri di assimilazione qualitativa, all'interno dell'area pratese, gli scarti e sfridi provenienti da attività piccole e medie imprese manifuriere del comparto, sono stati assimilati ai rifiuti urbani e possono quindi essere conferiti all'ordinario servizio pubblico di raccolta dei R.U.

Fanghi

I fanghi di risulta dal trattamento di depurazione delle acque in appositi impianti (Baciacavallo, Calice, Gabolana), sono destinati all'incenerimento (annesso all'impianto di depurazione acque di Baciacavallo è infatti inserito apposito impianto di incenerimento) e, in parte, allo smaltimento finale in discarica insieme alle ceneri di risulta dell'inceneritore.

2 LE BAT NEL SETTORE TESSILE

In questo capitolo sono elencate tutte le tecnologie più rilevanti attualmente disponibili per la prevenzione o la riduzione di rifiuti nel settore tessile.

Per il settore tessile i punti focali da considerare sono il consumo dell'acqua, l'uso efficiente e la sostituzione degli agenti chimici di processo potenzialmente nocivi e la riduzione dei rifiuti all'interno del processo insieme a opzioni di riutilizzazione e di riciclaggio.

Utilizzo dei prodotti chimici e sostituzione delle sostanze

Le BAT per l'uso dei prodotti chimici consistono in:

1. Assicurarsi della disponibilità di un database per tutti i prodotti chimici e additivi che contenga informazioni sulla composizione chimica delle sostanze, degradabilità, tossicità.
2. Perseguire il principio di sostituzione dei prodotti con altri meno pericolosi.
3. Implementare misure di gestione per evitare scarichi accidentali nel terreno e nelle acque.

Nei prossimi paragrafi vengono fornite indicazioni sulla sostituzione degli agenti chimici.

Misure integrate nei processi produttivi

Con l'implementazione di misure integrate nel processo piuttosto che misure di trattamento finali si ottengono miglioramenti che riguardano:

- consumo di prodotti chimici;
- sostituzione di sostanze pericolose con altre meno pericolose;
- gestione delle acque e degli scarichi;
- emissioni in aria
- consumo di energia

Nei prossimi paragrafi vengono fornite le BAT integrate nei processi produttivi.

Gestione e trattamento delle acque

In ordine di priorità le BAT sono:

- prevenzione;
- riduzione;
- riutilizzo;
- riciclo/recupero
- trattamento termico con recupero energetico

Nei prossimi paragrafi vengono fornite le BAT per migliorare la gestione degli scarichi nelle aziende tessili.

Nei paragrafi che seguono sono elencate tutte le tecnologie più rilevanti attualmente disponibili per la prevenzione o la riduzione di rifiuti per concerie sia nuove che esistenti.

Le schede che seguono sono organizzate nelle seguenti sottosezioni:

- Descrizione della tecnologia;
- Applicabilità;
- Prestazioni ambientali;
- Effetti trasversali;

- Dati operativi;
- Dati economici;
- Punti di forza;
- Esempi di impianti.

L'assenza di alcune delle suddette voci per alcune tecnologie esaminate è dovuta alla mancanza di informazioni in merito.

2.1 Dosaggio automatico dei prodotti chimici

Descrizione

Sono disponibili sistemi automatizzati di dosaggio in cui i prodotti chimici non sono pre-miscelati prima dell'introduzione nell'apparecchio di tintura; in questo caso sono usati flussi separati per ciascuno dei prodotti.

Di conseguenza non c'è necessità di pulire i contenitori, le pompe ed i tubi prima della fase successiva con il conseguente vantaggio di risparmiare prodotti chimici, acqua e tempo.

Le apparecchiature più avanzate presenti sul mercato permettono la preparazione, il dosaggio e l'applicazione in tempo reale di ciascuno dei diversi componenti di tintura.

Prestazioni ambientali

Un controllo più stretto del processo minimizza le misure correttive come le riprese e la ritintura.

I sistemi automatizzati con la preparazione delle colorazioni just-in-time e l'erogazione separata dei prodotti chimici permettono una riduzione significativa del consumo di prodotti chimici e di conseguenza degli inquinanti negli scarichi.

Dati operativi

I sistemi automatizzati per coloranti a polvere sono molto complessi, in particolar modo quando devono essere misurate quantità molto piccole. I sistemi di dosaggio automatizzati moderni possono dosare quantità di polvere piccole fino 0,8 grammi.

Effetti trasversali

Non ci sono effetti trasversali significativi.

Applicabilità

Le tecnologie di dosaggio sono applicabili anche in aziende esistenti. Tuttavia, è fatta eccezione per le tecniche altamente specializzate come il dosaggio con sistemi just-in-time che sono ancora molto costosi e di conseguenza più adatti a grandi installazioni.

Sono disponibili esempi di impianti con produzione che varia da 70 t/g a 5 t/g.

Nei sistemi automatizzati con erogazione separata dei prodotti chimici, i benefici ambientali sono particolarmente importanti dove i prodotti chimici e gli ausiliari sono usati in grandi quantità e con lunghe linee continue. L'erogazione separata di ogni componente, anche se tecnicamente possibile, è molto costosa e conveniente soltanto per i sistemi policromatici in cui solo pochi coloranti sono usati (massimo nove) ed i volumi recuperati sono abbastanza alti da giustificare l'investimento.

Dati economici

I costi di investimento per il dosaggio automatizzato, a secondo del numero di macchine da servire, variano da 230.000 Euro a 310.000 Euro.

Per i coloranti in polvere, l'investimento è tra 250.000 e 700.000 Euro, mentre per gli ausiliari da 110.000 fino ad un massimo di 310.000 Euro. Le cifre segnalate non includono i costi per le tubazioni e i componenti di giunzione.

La riduzione dei costi può derivare da una riduzione di consumo dei prodotti chimici e dell'acqua, un aumento della produttività e una diminuzione nei costi del personale. Il risparmio può arrivare

fino al 30%. I prodotti chimici liquidi sono i più automatizzati come conseguenza dell'investimento relativamente basso (numero limitato di prodotti chimici usati nel processo).

Punti di forza

I punti di forza principali sono la produttività e le migliori condizioni di sicurezza per i lavoratori.

Esempi di impianti

Impianti con sistemi di dosaggio automatizzati sono presenti in più del 60% delle aziende che effettuano la tintura e la stampa in Europa (di cui il 70% sono quelle che usano prodotti liquidi e il 30% quelle che usano polveri).

Alcuni esempi di installazioni che usano i sistemi automatizzati per la preparazione just-in-time sono in Germania:

- Brennet AG, D-79704 Bad Säckingen
- Schmitz Werke GmbH + Co., D-48282 Emsdetten
- Görlitz Fleece GmbH, D-02829 Ebersbach
- Thorey Gera Textilveredelung GmbH, D-07551 Gera.

2.2 Ottimizzazione del consumo di acqua

Descrizione

Riduzione del consumo di acqua

Mediante procedure di lavoro

Procedure di lavoro inadeguate e assenza di sistemi di controllo automatizzati possono condurre a sprechi significativi di acqua, per esempio:

- durante il riempimento e il lavaggio: dove le macchine sono dotate soltanto di valvole di regolazione manuali dell'acqua è possibile un sovra-riempimento dei serbatoi di lavaggio;
- durante l'immersione della fibra nella macchina: sversamenti di acqua possono rappresentare fino al 20% del volume di lavorazione totale durante il ciclo di tintura (questo può anche condurre a perdite delle tinture e dei prodotti chimici pericolosi se questi sono introdotti prima della fase di immersione).

Mediante la riduzione dell'acqua nella tintura

Nella colorazione in continuo, la tintura può essere applicata sotto forma di una soluzione concentrata. Il volume di acqua consumato per kg di tessuto risulta quindi ragionevolmente basso anche quando si usano sistemi convenzionali di applicazione.

Ri-utilizzo dell'acqua

I processi discontinui non permettono facilmente il riciclaggio dell'acqua. Quando si vogliono riutilizzare le acque reflue è necessario installare serbatoi di stoccaggio di tale acqua.

Prestazioni ambientali

Risparmi significativi di acqua e di energia (molta energia è usata per riscaldare i bagni di processo).

Dati operativi

Non disponibili

Effetti trasversali

Nessuno significativo

Applicabilità

Applicabile nel modo più generale possibile nei vari processi.

Dati economici

Nelle aziende esistenti bisogna considerare l'investimento in nuove apparecchiature e/o in modifiche strutturali (per esempio per la segregazione dei flussi).

2.3 Agenti di preparazione per fibre artificiali

Descrizione

Le fibre artificiali non possono essere prodotte e lavorate senza ausiliari. Come conseguenza delle lavorazioni di pretrattamento, questi ausiliari si liberano negli scarichi e nelle emissioni in aria durante le operazioni di finissaggio.

Prodotti alternativi di agenti di preparazione sono:

- poliesteri/poliesteri o poliesteri/policarbonati
- poliesteri speciali

Prestazioni ambientali

Gli agenti alternativi di preparazione sono meno volatili e hanno una più alta stabilità termica. Inoltre, possono essere applicati in minori quantità sulla fibra. Pertanto, sono conseguibili livelli ridotti di emissioni di composti organici volatili nell'aria.

Dati operativi

Fase di filatura

Alcuni componenti delle macchine devono esseri costruiti in acciai speciali a causa dei potenziali problemi di corrosione.

Fase di tessitura

A causa di problemi di compatibilità l'apparecchiatura deve essere pulita con attenzione (particolarmente nel caso di ausiliari a base di poliesteri/policarbonati).

Effetti trasversali

Poiché i nuovi prodotti sono meno volatili si avranno minori emissioni di gas in atmosfera.

Applicabilità

L'applicabilità dipende dal tipo di fibra e dal prodotto finale.

Dati economici

Gli agenti a bassa emissione sono prodotti con un alto costo (compensato da quantitativi più bassi utilizzati).

Si hanno risparmi nell'investimento, nella manutenzione e nei costi di smaltimento dei rifiuti dovuti a:

- minor costo dell'impianto di abbattimento delle emissioni in aria;
- semplificazione del sistema di trattamento degli scarichi;
- rifiuti meno contaminati da oli.

Punti di forza

Minimizzazione delle emissioni in aria.

Esempi di impianti

Alcune aziende in Europa hanno già introdotto tali agenti nel proprio ciclo:

Inquitex S. A.; Via Augusta 158, 5a planta; E-08006 Barcellona

Nurel S. A.; P. delle Gracia 53; E-08007 Barcellona

Nylstar GmbH; Postfach 2209; D-24531 Neumünster

Nylstar CD; Via Friuli 55; I-20031 Cesano Maderno (MI)

Textilwerke Deggendorf GmbH; Postfach 1909; D-94459 Deggendorf

Trevira GmbH & Co KG; D-60528 Frankfurt am Main

Unifi Textured Yarns Europe LTD.; Co. Donegal; Letterkenny, Irlanda

2.4 Sostituzione degli oli minerali

Descrizione

Gli oli convenzionali nelle lavorazioni di filatura possono essere rimossi soltanto usando detersivi e emulsionanti. Il processo è effettuato in condizioni alcaline e a temperature tra 80 e 100°C.

Il consumo di acqua è di circa 10 l/kg di tessuto e il tempo richiesto per il processo è circa 30 - 60 minuti.

Risulta possibile usare oli idrosolubili anziché lubrificanti convenzionali. I tessuti di cotone o misto cotone/fibre sintetiche possono essere lavati facilmente con acqua a 40°C.

Ciò permette di lavare e candeggiare il tessuto in una singola fase, permettendo così il risparmio di acqua, energia e tempo.

Prestazioni ambientali

A differenza dei lubrificanti oleosi minerali convenzionali, oli idrosolubili possono essere eliminati facilmente dal tessuto. Ciò contribuisce a ridurre il consumo di acqua, di energia, di prodotti chimici e il tempo di lavorazione.

Applicabilità

I prodotti alternativi sono utilizzabili anche in impianti esistenti, anche se sono stati osservati problemi di corrosione in alcuni impianti esistenti.

Dati economici

Gli oli alternativi sono più costosi di quelli a base minerale, ma questo costo supplementare è coperto dalla più alta produttività e dalla migliore trattabilità degli scarichi.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Molti impianti hanno effettuata tale sostituzione.

2.5 Scelta di agenti di imbozzimatura con migliori prestazioni ambientali

Descrizione

Gli agenti di imbozzimatura sono applicati al filato per impedire la rottura del filo durante la tessitura. Per le lavorazioni successive, tali agenti devono essere rimossi dal tessuto. Ciò è fatto nella fase di sbozzimatura con una grande quantità di acqua e l'aggiunta di ausiliari. L'effluente risultante è responsabile non soltanto degli alti valori di COD e BOD (circa 30 - 70 % del carico totale di COD), ma anche della presenza di sostanze difficili da degradare che possono riversarsi negli scarichi anche dopo il trattamento finale.

Sono disponibili formulazioni biodegradabili/bioeliminabili per tutte le richieste. Amidi modificati, alcoli polivinilici e determinati poliacrilati rispondono a questa esigenza.

Prestazioni ambientali

L'uso di tali agenti conduce a riduzioni significative di COD che può addirittura essere scaricato nelle acque naturali senza trattamento.

Effetti trasversali

L'uso di tali agenti conduce a una quantità maggiore di fanghi da smaltire.

Applicabilità

L'applicazione di specifiche formulazioni è tecnicamente fattibile per tutte le lavorazioni di imbozzimatura.

Dati economici

I costi sono confrontabili con gli agenti convenzionali.

Punti di forza

Economicamente vantaggiosa in relazione al minor costo di trattamento degli effluenti.

Esempi di impianti

Gli agenti alternativi sono applicati universalmente nelle aziende tessili.

2.6 Minimizzazione dell'aggiunta degli agenti di imbozzimatura mediante un pre-imbibimento dei filati dell'ordito

Descrizione

La tecnologia consiste nel far passare il filato dell'ordito attraverso acqua calda prima del processo di imbozzimatura. Di conseguenza, una quantità ridotta di bozzima può essere applicata alla fibra senza compromettere l'efficienza della fase di tessitura. In alcuni casi può persino essere osservato un aumento nell'efficienza della tessitura.

Prestazioni ambientali

Una quantità ridotta di bozzima sul filato significa che una quantità inferiore di agente di imbozzimatura è scaricata nell'acqua durante il pretrattamento, con effetti positivi immediati sul carico organico dell'effluente finale.

Dati operativi

A secondo del tipo di filato lavorato (per esempio densità del filato, tipo di fibre nella miscela), è possibile una riduzione di bozzima di circa il 20 - 50 %.

Effetti trasversali

Nessun effetto rilevante.

Applicabilità

La tecnologia è stata testata con tutti i tipi di filati di cotone e di miscele di cotone e viscosa. I risultati migliori sono raggiunti con filati grossolani. Problemi tecnici possono essere osservati in relazione alla misura e al controllo efficiente delle percentuali di umidità e alla calibratura del dispositivo di pre-imbibimento.

Dati economici

L'apparecchiatura di imbozzimatura con la sezione di pre-wetting costa approssimativamente 25.000- 75.000 Euro di più dell'apparecchiatura senza la sezione di pre-imbibimento.

I costi di gestione sono leggermente più alti, perché il costo supplementare di acqua di pre-imbibimento è compensato dalla riduzione del consumo del liquore di imbozzimatura.

Un confronto diretto tra imbozzimatura con e senza il pre-imbibimento mostra riduzioni dei costi di circa il 27%, un aumento nella velocità della fase di imbozzimatura di circa il 22% e un aumento nell'efficienza di tessitura di circa lo 0,2%.

Punti di forza

Risparmio negli agenti di imbozzimatura, aumento dell'efficienza di tessitura e riduzione del carico inquinante negli scarichi.

Esempi di impianti

Centinaia di sezioni di pre-imbibimento sono state vendute da:

- Benninger Zell GmbH, Zell, Germania.
- Deutsche Babcock Moenus Textilmaschinen AG, Mönchengladbach
- Karl Mayer Textilmaschinenfabrik GmbH, Obertshausen, Germania

2.7 Sostituzione di etossilati alchilfenolici (e altri tensioattivi pericolosi)

Descrizione

Molti tensioattivi destano problemi ambientali dovuti alla loro difficile biodegradabilità e alla loro tossicità per l'uomo.

I problemi si concentrano sugli alchilfenoletossilati ed in particolare sui nonilfenoletossilati che sono spesso contenuti nelle formulazioni dei detersivi e in molti altri ausiliari (per esempio agenti di dispersione, emulsionanti, lubrificanti di filatura).

Gli alchilfenoletossilati possono essere presenti nelle formulazioni degli ausiliari come sostanze attive principali oppure in percentuali minori come additivi. In entrambi i casi sono disponibili sostituti in commercio. Le alternative principali sono gli alcoletossilati.

Prestazioni ambientali

L'uso dei tensioattivi suggeriti, meno tossici per l'uomo, provoca, grazie alla biodegradabilità, un miglior trattamento degli scarichi.

Dati operativi

Le aziende che utilizzano i suddetti tensioattivi non hanno comunicato alcuna difficoltà operativa.

Effetti trasversali

Non ci sono effetti collaterali sull'ambiente.

Casi di produzione di schiuma nei fiumi sono possibili dove quantità sufficienti di tensioattivi superano, senza subire modifiche, l'impianto di trattamento degli scarichi.

Applicabilità

Questa misura è generalmente applicabile anche in impianti esistenti. Tuttavia, finché vengono utilizzati tensioattivi duri negli agenti di preparazione, risulta difficile controllare una grande frazione di agenti potenzialmente pericolosi che si vengono a trovare negli scarichi.

Dati economici

I prodotti alternativi costano il 20-25% di più rispetto a quelli tradizionali.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Molti impianti nel mondo usano i prodotti alternativi.

2.8 Utilizzo di agenti complessanti biodegradabili/bioeliminabili nelle fasi di pre-trattamento e tintura.

Descrizione

Gli agenti complessanti sono applicati nelle soluzioni acquose per eliminare l'effetto di danneggiamento, a causa di altri agenti presenti, del prodotto (particolarmente nei processi di pretrattamento).

I problemi connessi all'uso di queste sostanze derivano dal loro contenuto di N e P, dalla loro bassa biodegradabilità/bioeliminabilità e dalla loro capacità di formare complessi stabili con i metalli.

Quando risulta necessario usare agenti complessanti, è possibile scegliere agenti alternativi come policarbossilati o acidi policarbossilici (p.es. poliacrilati), acidi carbossilici idrossilati (per esempio gluconati).

Prestazioni ambientali

- riduzione dell'eutrofizzazione nei ricettori idrici
- biodegradabilità migliorata degli scarichi finali
- riduzione del rischio di rimobilizzazione dei metalli pesanti dai sedimenti.

Dati operativi

Gli agenti complessanti alternativi non comportano differenze operative significative rispetto a quelli convenzionali.

Effetti trasversali

Non ci sono effetti preoccupanti. Con agenti a base di poliacrilati, il contenuto residuo di monomeri nel polimero deve essere attentamente considerato.

Applicabilità

Gli agenti complessanti descritti possono essere usati in processi sia continui che discontinui.

Dati economici

I costi sono paragonabili a prodotti convenzionali.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Molti impianti nel mondo usano i prodotti alternativi.

2.9 Selezione di agenti antischiuma a minor impatto ambientale

Descrizione

Un'eccessiva schiuma causa una tintura irregolare del filato o del tessuto.

Gli agenti antischiuma contribuiscono all'aumento del carico organico dell'effluente finale. Il loro consumo dovrebbe quindi essere ridotto. Misure possibili a tale riguardo sono:

- uso di specifici reattori dove la soluzione di tintura non venga agitata dai tessuti in trattamento
- riutilizzo delle soluzioni

Tipici prodotti alternativi sono siliconi, esteri fosforici (specialmente tributilfosfati), alcoli ad alto peso molecolare, derivati del fluoro e miscele di questi componenti.

Prestazioni ambientali

L'uso di agenti antischiume esenti da oli minerali comporta la riduzione del carico di idrocarburi.

Inoltre, gli agenti alternativi hanno un valore specifico di COD più basso e un più alto tasso di bioeliminazione rispetto gli idrocarburi.

Per le emissioni in aria è possibile ridurre le emissioni di SOV durante i processi ad alta temperatura.

Dati operativi

Gli agenti alternativi possono essere usati in modo simile ai prodotti convenzionali.

Effetti trasversali

Bisogna considerare i seguenti aspetti:

- i siliconi sono eliminati soltanto tramite processi abiotici negli scarichi. Inoltre, sopra determinate concentrazioni, gli oli a base di silicone possono ostacolare la diffusione di ossigeno nei fanghi attivi;
- i tributilfosfati hanno un odore intenso e sono fortemente irritanti;
- alcoli ad alto peso molecolare provocano forti odori e non possono essere usati in soluzioni calde.

Applicabilità

Non ci sono limitazioni particolari riguardo all'applicazione delle formulazioni senza oli minerali. Se vengono utilizzati agenti antischiuma a base di siliconi, è presente il rischio di macchie sul tessuto e di precipitati siliconici nel macchinario.

Per alcuni prodotti finali esistono delle restrizioni legislative nell'uso di prodotti siliconici (p.es nei tessuti adoperati per l'industria automobilistica).

Dati economici

Il costo dei prodotti alternativi è paragonabile a quello dei prodotti convenzionali.

Punti di forza

Minimizzazione degli idrocarburi negli scarichi.

Esempi di impianti

Molti impianti utilizzano tali prodotti alternativi (distribuiti da varie aziende europee).

2.10 Utilizzo di cicli integrati di rimozione di polvere/grasso

Descrizione

Un impianto di lavaggio per fibre di lana produce normalmente tre flussi di reflui:

- un flusso ricco di grasso a monte della prima vasca di lavaggio
- un flusso carico di polvere a valle delle vasche di lavaggio
- un flusso meno carico di polvere a valle delle vasche di risciacquo.

Tutti questi flussi possono essere parzialmente decontaminati e riciclati per mezzo di cicli integrati di rimozione della polvere e di recupero del grasso.

Per il recupero del grasso sono impiegate centrifughe a piastra. Le centrifughe sono protette solitamente dagli effetti abrasivi della polvere mediante idrocycloni. La centrifuga produce una fase a monte, chiamata "cream", costituita da grasso contenente una piccola quantità di acqua. Questa "cream" passa solitamente a una centrifuga secondaria che produce una fase superiore, centrale e inferiore. La fase superiore consiste di grasso anidro, che può essere venduto come sottoprodotto. La fase inferiore ha un alto contenuto di polvere e può essere reinviato nel ciclo di recupero oppure all'impianto di trattamento degli scarichi. La fase centrale è povera sia di grasso che di polvere e può essere completamente o parzialmente riciclata durante il lavaggio (nella prima vasca).

Prestazioni ambientali

L'implementazione di cicli di recupero di polvere/grasso permette:

- una riduzione del consumo di acqua da un minimo del 25 % a un massimo del 50 %
- una riduzione del consumo di energia
- la produzione di un buon sottoprodotto: grasso
- una riduzione del carico organico inviato all'impianto di trattamento degli scarichi con conseguente riduzione del consumo di energia e dei prodotti chimici necessari per il trattamento.

Dati operativi

Impianti di lavaggio di grandi dimensioni (circa 15.000-25.000 t/a di lane) che impiegano cicli di recupero integrati possono conseguire consumi specifici di acqua di circa 2 - 4 l/kg di lana.

Effetti trasversali

Nessun effetto di rilievo.

Applicabilità

Questa misura è applicabile anche in impianti esistenti. Per impianti che lavano lane che forniscono un grasso povero, la tecnologia potrebbe essere una proposta economicamente non attraente.

La concentrazione di COD negli scarichi provenienti dal ciclo integrato potrebbe essere troppo alta per gli impianti di trattamento aerobico in-situ. In tale situazione l'installazione di un impianto di flocculazione o di trattamento anaerobico prima dell'impianto aerobico risolverebbe il problema.

Dati economici

Per impianti che lavorano da 15.000 a 25.000 t/a di lane il costo dell'impiantistica necessaria a realizzare il ciclo integrato costerebbe fra 400.000 e 800.000 Euro.

Il tempo di pay-back senza considerare i benefici dovuti alla riduzione dei costi di smaltimento degli scarichi, va da 2 a 4 anni.

Punti di forza

Benefici economici (aziende medio-grandi) dovuti al risparmio in acqua, in energia, nei costi di trattamento degli scarichi, nel minor consumo di prodotti chimici e nei ricavi dalla vendita del grasso.

Gli svantaggi sono rappresentati dagli alti costi di investimento, dagli alti costi di manutenzione e dalla complessità dell'impiantistica.

Esempi di impianti

Molti impianti in Europa.

2.11 Recupero degli agenti di imbozzimatura mediante ultrafiltrazione

Descrizione

Gli agenti di imbozzimatura sono applicati al filato per proteggerlo durante il processo di tessitura e devono essere rimossi durante le fasi di pretrattamento, generando circa il 40-70% del carico totale di COD.

Agenti sintetici di imbozzimatura solubili in acqua quali alcool polivinilico, poliacrilati e la cellulosa carbossimetilica possono essere recuperati dai bagni di lavaggio tramite ultrafiltrazione. Recentemente, è stato confermato che anche amidi modificati quale l'amido carbossimetilico possono essere riciclati.

La concentrazione degli agenti di imbozzimatura nei bagni di lavaggio è di circa 20-30 g/l. Nell'impianto di ultrafiltrazione vengono concentrati fino a 150-350 g/l. Il concentrato è recuperato e può essere riutilizzato per l'imbozzimatura. La percentuale di agenti di imbozzimatura che possono essere recuperati è dell'80-85 %.

Prestazioni ambientali

Il carico di COD negli scarichi è ridotto del 40-70%.

Agenti di imbozzimatura sono recuperati per l'80-85 %. In più, gli agenti di imbozzimatura residui negli scarichi non richiedono un trattamento. Pertanto, sono ridotti sia il consumo di energia per l'impianto di trattamento che la quantità di fango da smaltire.

Dati operativi

Per ridurre problemi di incrostazione, le fibre devono essere rimosse prima del processo di ultrafiltrazione.

Quando si opera la sbozzimatura di tessuti colorati, il bagno di sbozzimatura diventa più colorato. Le particelle di colorante sono più difficili da rimuovere e il bagno deve essere trattato mediante microfiltrazione (più complessa)

Effetti trasversali

L'ultrafiltrazione ha bisogno di energia, ma la quantità consumata è molto meno di quella richiesta per produrre nuovi agenti di imbozzimatura (se questi non venissero appunto recuperati) e per trattare i bagni in un impianto di trattamento dei reflui.

Applicabilità

Questa tecnologia è adatta soltanto alle tipologie di agenti di imbozzimatura su menzionati.

Limitazioni nell'applicabilità di questa tecnica possono presentarsi in quei casi dove gli ausiliari applicati sono non soltanto agenti di imbozzimatura, ma anche cere, agenti antistatici, ecc.

Dati economici

Una valutazione costi-benefici deve considerare non soltanto i costi dell'impianto di ultrafiltrazione ma anche i costi generali di lavorazione; in particolare, bisogna tener conto dell'incremento del rendimento della fase di tessitura quando si passa dall'amido e dai suoi derivati agli agenti sintetici.

Gli agenti sintetici sono più costosi di quelli a base d'amido ma sono applicati in quantità più basse e il rendimento di tessitura può essere più alto.
Pertanto, risulta conseguibile un risparmio sui costi complessivi.

Punti di forza

Riduzione dei problemi legati agli scarichi e risparmi nei costi totali.

Esempi di impianti

Il primo impianto per il recupero di alcool polivinilico è entrato in funzione nel 1975 negli USA. Due impianti sono stati in funzione in Germania per molti anni e vari impianti sono ora in funzione nel Brasile, Taiwan e negli USA.

2.12 Applicazione del metodo ossidativo per la rimozione dell'agente di imbozzimatura

Descrizione

La sbozzimatura mediante enzimi elimina gli amidi ma ha scarso effetto nella rimozione degli altri agenti di imbozzimatura.

In condizioni specifiche (sopra pH 13), l' H_2O_2 , usato al posto degli enzimi, genera radicali liberi che, in modo efficiente e uniforme, degradano tutte le bozzime e le rimuove dal tessuto. Questo processo fornisce un tessuto pulito e uniforme per le successive fasi di tintura e stampa, indipendentemente dal tipo di bozzima e dal tipo di tessuto. Studi recenti mostrano che sopra un pH 13 l'anione radicale dell'ossido O è la forma predominante; questo è altamente reattivo, ma attaccherà solo il materiale non fibroso (prodotti di imbozzimatura) piuttosto che la cellulosa.

Prestazioni ambientali

La tecnologia permette la riduzione del consumo di acqua e di energia e un trattamento migliorato degli scarichi; è un'opzione molto attraente nei casi in cui viene effettuato il candeggio con perossido.

A causa dell'azione dei radicali liberi generati dall'attivazione del perossido di idrogeno, i polimeri sono già altamente degradati. Il processo produce molecole più corte e meno ramificate, quale il glucosio, più molecole carbossilate quali l'ossalato, l'acetato e il formiato, che sono più facili da eliminare con l'utilizzo di una quantità ridotta di acqua.

La preossidazione del polimero della bozzima è inoltre vantaggiosa per il successivo trattamento degli scarichi.

Con la sbozzimatura enzimatica, gli amidi non sono completamente degradati. Ciò implica un più alto carico organico da degradare nella sezione di trattamento biologico ed è spesso la causa di problemi quale la produzione di fanghi voluminosi e difficili da decantare.

Dati operativi

Per raggiungere buoni risultati ed evitare il danneggiamento delle fibre è essenziale aggiungere il perossido di idrogeno a pH > 13.

Effetti trasversali

Nessun effetto significativo.

Applicabilità

La tecnica è particolarmente adatta per aziende di finitura conto terzi che devono essere altamente flessibili perché la loro materia prima non proviene dallo stesso fornitore (e conseguentemente non hanno merci trattate con lo stesso tipo di agente di imbozzimatura).

Punti di forza

Il continuo incremento nell'uso di perossido di idrogeno al posto dell'ipoclorito, nella fase di candeggio, porterà a una graduale riduzione del costo del perossido. L'uso del perossido di idrogeno comporta una riduzione dei costi generali (compresi quelli per la materia prima, per l'energia e per lo smaltimento dei rifiuti prodotti).

2.13 Recupero degli alcali dalla mercerizzazione

Descrizione

Durante il processo di mercerizzazione, il filato di cotone o il tessuto è trattato in una soluzione di soda caustica concentrata (270 - 300 g NaOH/l) per circa 40 - 50 secondi. Il substrato viene risciacquato per rimuovere la soda caustica con una soluzione debole (40 - 50 g NaOH/l) e può essere concentrata mediante evaporazione ed essere riciclata.

In molti casi è richiesta la purificazione della soluzione dopo l'evaporazione. La tecnica di purificazione dipende dal grado di contaminazione e può consistere in una semplice sedimentazione o in una flottazione mediante iniezione di perossido di idrogeno.

Prestazioni ambientali

il carico alcalino degli scarichi risulta ridotto drasticamente e l'acido richiesto per la neutralizzazione è minimizzato.

Effetti trasversali

L'evaporazione richiede circa 0,3 kg di vapore /kg acqua evaporata in una sezione di evaporazione a 4 stadi.

Applicabilità

La tecnica è applicabile anche in impianti esistenti. Grazie all'azione dell'ossigeno attivo, generato dalla decomposizione del perossido di idrogeno, è possibile recuperare e decontaminare alcali colorati per il successivo riutilizzo.

Dati economici

I costi di investimento dipendono principalmente dalle dimensioni dell'impianto e dalla tecnica di purificazione e variano da 200.000 a 800.000 Euro. Il pay-back period dipende dalle dimensioni dell'impianto e dal grado di sfruttamento. Per un uso continuo dell'impianto e a secondo delle dimensioni, il pay-back period può risultare inferiore a un anno.

Punti di forza

La presenza di un contenuto elevato di alcali negli scarichi e i costi legati al consumo di soda caustica.

Esempi di impianti

Ci sono più di 300 impianti di recupero di soda caustica in tutto il mondo, e in particolar modo per il recupero di soda caustica dalla mercerizzazione del tessuto.

2.14 Ottimizzazione del pretrattamento del filato di cotone

Descrizione

Nella produzione di prodotti di cotone bianchi di ampia metratura (per esempio lenzuola e tovaglie) il filato è candeggiato prima della tessitura.

Il processo convenzionale consiste in cinque fasi che comprendono l'imbibimento/lavaggio, candeggio con perossido alcalino e tre fasi successive di risciacquo. L'ultima acqua di risciacquo è riutilizzata per fare il primo bagno. Questo processo può essere migliorato ulteriormente unendo l'imbibimento, il lavaggio e il candeggio in un'unica fase e realizzando la sciacquatura in due fasi, riutilizzando il secondo bagno di risciacquatura per costituire il bagno di candeggio e lavaggio.

Prestazioni ambientali

E' possibile ottenere una riduzione del 50 % di consumo di acqua.

Effetti trasversali

Nessun effetto significativo

Applicabilità

Per il recupero del calore dei bagni di risciacquo, è richiesto spazio per i serbatoi supplementari (un fattore di limitazione in alcuni casi). Bisogna valutare l'applicabilità in funzione della qualità del filato (per quanto riguarda la presenza di ferro, di semi, ecc.).

Dati economici

Il risparmio considerevole di tempo, di acqua, di prodotti chimici e di energia rende il processo altamente economico. Il processo ottimizzato non richiede nuova apparecchiatura per il pretrattamento, ma sono richiesti serbatoi, scambiatori di calore, tubi e dispositivi di controllo per il recupero dell'energia dalle acque di risciacquo.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Due impianti di finitura in Germania stanno usando con successo il processo ottimizzato.

2.15 Tintura ad esaurimento di fibre di poliestere e di sue miscele con tecnologie esenti da agenti di fissaggio o con agenti a basso impatto ambientale

Descrizione

Sostanze attive usate come agenti di fissaggio sono:

- i residui aromatici clorurati (monoclorobenzene, trichlorobenzene, ecc.)
- o-fenilfenolo
- Idrocarburi aromatici (trimetilbenzene, 1-metilnaftalene, ecc)
- ftalati (dibutilftalato, dimetilftalato)

La tossicità umana ed acquatica, l'alta volatilità e l'alta intensità di odore sono i principali problemi connessi con l'uso delle suddette sostanze.

L'applicazione di processi di tintura ad alta temperatura (130°C, usata principalmente per poliestere) evita l'uso di agenti di fissaggio. Questa tecnica risulta ampiamente applicata.

Tuttavia, a causa della sensibilità del substrato di lana alle alte temperature, è ancora necessario utilizzare agenti di fissaggio quando si tingono tessuti di poliestere/lana. In questi casi, gli agenti pericolosi possono essere sostituiti con altri esenti da cloro. Questi sono basati su:

- benzilbenzoati
- N-alkilftalammidie.

Prestazioni ambientali

In processi di tintura ad alta temperatura, gli scarichi e le emissioni in aria sono esenti da agenti di fissaggio con un conseguente minor impatto ambientale.

Dati operativi

Le concentrazioni di benzilbenzoati variano tra 2,0 e 5,0 g/l.

N-alkilftalammidie sono applicati in concentrazioni tra il 2 % (concentrazione del bagno 1:10) e l'1 % (concentrazione del bagno 1:20) per tinture di tonalità chiare.

Effetti trasversali

Nella tintura ad alta temperatura, una più alta quantità di oligomeri tende a migrare sulla superficie della fibra. Benzilbenzoati e N-alkilftalammidie sono meno efficaci delle sostanze convenzionali e hanno un effetto penetrante ridotto. Di conseguenza, è richiesto un tempo di permanenza maggiore nel bagno e quantità più elevate (circa tre volte) per raggiungere lo stesso risultato.

Applicabilità

Applicabile a tutte le qualità di poliestere.

Dati economici

Le sostanze alternative costano quasi quanto le sostanze convenzionali. E' richiesta maggiore energia per i bagni.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.) e sui luoghi di lavoro (D.Lgs 626/94 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Le sostanze alternative sono utilizzate in svariate aziende in Europa e nel resto del mondo.

2.16 Agenti disperdenti con maggiore bioeliminabilità nella formulazione dei colori

Descrizione

Gli agenti disperdenti non hanno affinità con le fibre e quindi si trovano negli scarichi. A causa delle quantità significative usate e della loro bassa bioeliminabilità e biodegradabilità, contribuiscono alla maggior parte di carico organico proveniente dai processi di tintura e di stampaggio.

Agenti con minor impatto ambientale sono disponibili per sostituire fino al 70% di quelli convenzionali nelle formulazioni dei coloranti. Sono possibili due opzioni:

- *Opzione A* (applicabile solo alle formulazioni liquide): consiste nella sostituzione parziale degli agenti di dispersione convenzionali con prodotti basati su esteri acidi grassi. L'effetto di dispersione del prodotto è migliorato se confrontato con gli agenti convenzionali; ciò significa che la quantità di agente disperdente nella formulazione può essere ridotta significativamente.
- *Opzione B* (applicabile per agenti di dispersione in polvere e granuli): consiste nell'applicazione di agenti basati su miscele di sali sodici di acidi solfonici aromatici. Questa modifica conduce a più alti tassi di bioeliminazione. Tuttavia, ci sono ancora tracce di residui non-biodegradabili.

Prestazioni ambientali

Opzione A) Tasso di Bioeliminazione tra il 90 e 93 %.

Opzione B) Tasso di Bioeliminazione dell'agente di dispersione modificato è di circa il 70 % da confrontarsi con il 20-30 % per quelli convenzionale.

Dati operativi

Nessun cambiamento nel processo richiesto.

Effetti trasversali

Nessun effetto significativo

Applicabilità

Opzione A) può essere usata soltanto per formulazioni liquide.

Opzione B) può essere usata per formulazioni solide.

Dati economici

Costi maggiori rispetto agli agenti convenzionali.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Molti impianti in Europa usano gli agenti alternativi.

2.17 Post-trattamento nella tintura di fibre di poliestere (PES)

Descrizione

Un problema importante nella tintura delle fibre di PES (poliestere) che usano coloranti insolubili è la saldezza nel lavaggio del prodotto finito. Per fare fronte a tale esigenza, viene effettuata un'operazione di post-trattamento finalizzata a rimuovere le tinte insolubili non-fissate dalla fibra. Nel processo convenzionale, dopo aver tinto il poliestere a 130°C, il bagno di tintura (acido) deve essere raffreddato a 70°C prima del drenaggio. Il post-trattamento è effettuato in un nuovo bagno usando idrosolfito e un agente di dispersione in soluzione alcalina. Dopodiché il bagno è vuotato e sono effettuati due o più risciacqui per rimuovere gli alcali residui e gli agenti di riduzione.

Oltre ai problemi ambientali legati all'uso di idrosolfito come agente di riduzione, questo processo richiede tre cambi del bagno e due cambi nel pH dei bagni di trattamento: da pH acido del liquore di tintura a pH molto alcalino del bagno di post-trattamento e di nuovo a valori di pH acido nei bagni di risciacquo.

Il doppio cambio produce consumi alti di acqua, di energia e di prodotti chimici, tempi maggiori e maggiori livelli di sale nell'effluente.

In alternativa sono proposte due metodologie differenti:

- *Metodo A)* consiste nell'uso di un agente riducente basato su un derivato alifatico dell'acido solfinico a catena corta che può essere aggiunto direttamente nel bagno acido spento. Questo agente ha una bassa tossicità ed è rapidamente biodegradabile.
- *Metodo B)* consiste nell'uso di coloranti dispersi che possono essere aggiunti nella soluzione alcalina mediante una solubilizzazione idrolitica anziché con riduzione. Questi sono coloranti dispersi azoici che contengono gruppi ftalimidici.

Prestazioni ambientali

Metodo A) in primo luogo, poiché l'agente riducente può essere applicato per pH acidi, è possibile conseguire significativi risparmi di acqua (circa il 40% in meno rispetto ai processi convenzionali) e di energia. Inoltre, questi derivati sono facilmente biodegradabili. È inoltre da sottolineare che, a differenza del ditionito di sodio, il prodotto non è corrosivo, non è irritante, non è infiammabile e non ha un odore sgradevole.

Metodo B) Con tali coloranti è possibile evitare l'uso di idrosolfito o di altri agenti riducenti con conseguente minor richiesta di ossigeno nell'effluente finale.

Dati operativi

Metodo A) Per ottenere il massimo beneficio ambientale ed economico dalla tecnologia proposta è di importanza primaria che soltanto la quantità minima indispensabile di agente riducente sia consumata.

Metodo B) Non disponibili

Effetti trasversali

Metodo A) quando l'agente è usato nel bagno di tintura, le particelle non fissate di colorante insolubile sono distrutte tramite riduzione e, quindi, l'effluente risulta in gran parte esente da colore. D'altra parte, i sottoprodotti della reazione di riduzione possono essere più pericolosi del colorante originale (per esempio ammine aromatiche che vengono generate dalla riduzione dei coloranti azoici). In tal caso l'effluente deve essere trattato prima di essere scaricato.

Metodo B) nessun effetto significativo.

Applicabilità

Metodo A). La tecnica può essere usata in tutti i tipi di tinteggiatrici (il metodo non è applicabile a fibre elastomere).

Metodo B). I coloranti sono utilizzati per fibre di PES e miscele di PES/cotone (i vantaggi ambientali ed economici sono maggiori per queste ultime).

Dati economici

Metodo A). Risparmi significativi grazie a una maggiore produttività, a un minor consumo di energia, acqua e prodotti chimici.

Metodo B). Più alti costi per le formulazioni rispetto ai coloranti convenzionali. Tuttavia, si possono ottenere risparmi nel tempo per la maggiore produttività, il minor uso di acqua, di energia e di prodotti chimici (specialmente per le miscele di PES/cotone).

Punti di forza

Riduzione dei costi e miglioramento delle prestazioni ambientali (particolarmente per la riduzione di solfito negli scarichi)

Esempi di impianti

Ambedue i metodi sono applicati in molti impianti in Europa.

2.18 Tintura ad esaurimento di fibre cellulosiche con coloranti reattivi polifunzionali ad alto fissaggio

Descrizione

Uno degli obiettivi principali della ricerca è lo sviluppo di tinture reattive con il più alto grado possibile di fissaggio.

Le tinture reattive bifunzionali, contenenti due sistemi reattivi simili o dissimili, offrono livelli elevati di fissaggio nella tintura ad esaurimento. Grazie ai due gruppi reattivi, le tinture bifunzionali hanno una maggiore probabilità di reazione chimica con le fibre cellulosiche confrontate con quelle monofunzionali.

Prestazioni ambientali

Il fissaggio di una tintura reattiva con cellulosa può essere espresso in percentuale sul totale della tintura applicata (tasso di fissaggio). Per tinture monofunzionali, il tasso di fissaggio è di circa il 60% e di conseguenza il 40% della tintura applicata finisce nell'effluente.

Nel caso di tinture reattive bifunzionali è possibile raggiungere tassi dell'80% (conseguente riduzione di colore e di carico organico negli scarichi; risciacquo facilitato e, quindi, riduzione di energia e di acqua richieste).

Effetti trasversali

Nessun effetto significativo.

Applicabilità

Le tinture in questione possono essere applicate in tutti i tipi di macchine di tintura ma manifestano le migliori caratteristiche nelle macchine con alta concentrazione della soluzione che sono munite di regolatori tipo multi-task; con queste macchine è possibile conseguire miglioramenti supplementari in termini di consumo di acqua e di energia.

Dati economici

Confrontati con le tinture reattive convenzionali, i coloranti reattivi polifunzionali sono più costosi; però, il più alto tasso di fissaggio, il risparmio nei sali, nell'acqua e nel consumo di energia conducono ad una riduzione significativa del costo complessivo.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Molti impianti in Europa utilizzano tali coloranti.

2.19 Processo alternativo di tintura, sia in continuo che a lotti, di tessuto cellulosico con coloranti reattivi

Descrizione

La tecnologia è molto adatta per un processo di tintura in continuo per fibre cellulosiche che usano specifici coloranti reattivi. Al contrario dei sistemi convenzionali, non richiede sostanze supplementari quali urea, silicato di sodio e sale, o lunghi tempi per fissare i coloranti. Dopo l'applicazione della soluzione e dopo un breve passaggio attraverso aria, il tessuto è alimentato direttamente all'asciugatrice dove rimane per 2 minuti.

Nel processo convenzionale, viene usata urea come solvente per la tintura. L'urea fonde a 115°C e si lega con acqua a temperature superiori a 100°C, permettendo quindi la penetrazione del colorante nel tessuto durante il fissaggio nel vaporizzatore. Nel processo alternativo ciò non è necessario perché il tessuto rimane ad una temperatura specifica di 68°C finché rimane umido. Grazie all'uso dei coloranti altamente reattivi, sono necessari per il fissaggio una temperatura bassa del tessuto (68°C), un alcali debole e un tempo breve di permanenza (2 minuti).

Prestazioni ambientali

Non sono consumati urea, sali (cloruro /solfato), o silicati di sodio e inoltre l'alcalinità è spesso più bassa rispetto ai processi convenzionali (meno NaOH, dovuto alla sostituzione con Na₂CO₃ a secondo delle tinte selezionate).

L'eliminazione dell'urea provoca una quantità più bassa di composti contenenti azoto negli scarichi ed evita la presenza di prodotti di decomposizione dell'urea nelle emissioni in aria.

L'assenza di sale comporta dei vantaggi non soltanto per il carico più basso di sale negli scarichi ma anche perché senza sale il colorante non fissato è più facile da eliminare nella fase di lavaggio.

Effetti trasversali

Nessun effetto significativo.

Applicabilità

Il processo in se è semplice e può essere usato anche per le lavorazioni a lotti (sia piccoli che grandi). È un'opzione economicamente perseguibile per le aziende che programmano di effettuare un ammodernamento degli impianti.

Dati economici

Non sono necessari pre-asciugatori a infrarossi a meno che non si stiano tingendo tessuti pesanti. Il costo di investimento iniziale è intorno a 750.000 Euro; questo investimento è, però, compensato da notevoli risparmi nei prodotti chimici e ausiliari, nell'energia, nella flessibilità, nella maggiore produttività e nel miglioramento ambientale (meno emissioni in aria e inquinanti meno difficili da trattare negli scarichi).

I costi più bassi dei prodotti chimici derivano dal mancato uso di silicato di sodio, di cloruro di sodio e di urea.

Punti di forza

Consumi minimizzati, tecnologia non inquinante.

Esempi di impianti

La tecnologia è disponibile commercialmente con il marchio Econtrol®, che è un marchio registrato della DyStar. Impianti in Spagna, Belgio (UCO-Sportswear), Italia, Portogallo, Cina, Turchia, India, Pakistan e Corea del Sud stanno utilizzando il processo Econtrol®.

2.20 Metodi a basso utilizzo di cromo per il post-trattamento della lana

Descrizione

La tintura al cromo delle lane è ancora un processo estremamente importante per ottenere tonalità piene e profonde ad un prezzo conveniente e con eccellenti proprietà di saldezza. Per minimizzare la quantità residua di cromo negli scarichi, è stata posta recentemente molta attenzione alle tecniche di tintura a basso (stechiometrico) utilizzo di cromo. Durante gli ultimi 10 - 15 anni, la tecnologia stechiometrica è stata sempre più usata.

Il metodo consiste nel dosaggio stechiometrico di cromo insieme all'attento controllo del pH e all'aggiunta facoltativa di un agente riducente, che facilita la conversione di CrVI a CrIII e promuove il relativo assorbimento nella fibra. Mediante tale tecnologia è possibile ridurre il CrIII residuo nei bagni esausti da circa 200 mg/l (tipici del processo convenzionale) a circa 5 mg/l.

Prestazioni ambientali

È realizzabile un fattore di emissione di cromo pari a 50 mg/kg di lana trattata, che corrisponde ad una concentrazione di cromo di 5 mg/l nel bagno spento.

Dati operativi

Per una massima efficienza è essenziale eliminare dal bagno di cromatura tutti i prodotti chimici che possono inibire l'interazione tra il cromo e il colorante. Due categorie principali di prodotti chimici possono raggiungere lo scopo.

La prima categoria include tutti i prodotti chimici che possono formare complessi solubili con il cromo. Esempi di tali prodotti sono gli agenti sequestranti e gli acidi policarbossilici quale l'acido citrico.

La seconda categoria è quella dei composti che inibiscono l'esaurimento dell'anione bicromato; l'esempio più comune è l'anione solfato. Pertanto, dovrebbe essere evitato l'uso del solfato di sodio e dell'acido solforico.

Effetti trasversali

Rispetto al metodo convenzionale non ci sono effetti significativi.

Applicabilità

I metodi stechiometrici sono poco costosi, facili da introdurre e già ampiamente usati. Tuttavia, deve essere considerato il rischio di una carente riproducibilità delle tonalità a causa dei valori bassi di cromo.

Dati economici

Nel lungo termine l'introduzione di sistemi automatizzati di dosaggio determina risparmi grazie alla riduzione nel consumo di prodotti chimici. L'aggiunta di agenti riducenti aumenta i costi a causa dei cicli di tintura più lunghi e quindi il calo della produttività.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Molti impianti in Europa utilizzano tali tecnologie.

2.21 Ottimizzazione dell'attrezzatura per la tintura jet con macchine a flusso d'aria

Descrizione

La tintura jet risulta già una tecnologia matura; esiste tuttavia un'innovazione fondamentale: l'uso di aria, in aggiunta o al posto dell'acqua, come energia motrice nell'azionamento della corda di tessuto.

Con questa tecnologia, il tessuto è spostato per mezzo di aria umida, o di una miscela di vapore e aria, in assenza totale di liquido. I coloranti, i prodotti chimici e gli ausiliari sono iniettati nel flusso di gas. Rapporti di 1:2 (acqua – prodotti chimici) della soluzione possono essere raggiunti per prodotti in PES, mentre 1:4,5 è il limite più basso ottenibile per prodotti in cotone.

Prestazioni ambientali

Il rapporto estremamente basso della soluzione e il sistema di risciacquo in continuo realizza un processo virtualmente non-stop; ciò comporta:

- minor energia richiesta grazie a velocità maggiori di riscaldamento/raffreddamento e di un maggior recupero energetico dai bagni spenti;
- minor consumo di alcuni prodotti chimici (p.es sali);
- minor consumo di acqua (risparmi fino al 50% per rapporti pari a 1:8 – 1:12).

Effetti trasversali

Nessun effetto significativo.

Applicabilità

Tessuti che contengono fibre elastomere, sempre difficili da colorare, possono essere tinte con successo usando questa tecnologia. Limitazioni all'uso della tecnologia si riscontrano con lana e misto lana a causa del rischio di infeltrimento.

Dati economici

L'applicazione di questa tecnologia richiede investimenti in nuove apparecchiature. Il costo della macchina è di circa un terzo maggiore delle macchine convenzionali ma, grazie ai succitati risparmi conseguiti, il pay-back period è relativamente breve.

Punti di forza

Alta produttività, risparmio in acqua, in prodotti chimici e in energia.

Esempi di impianti

Tecnologia in funzione in molte aziende nel mondo. Produttori delle macchine sono: THEN GmbH, D-74523 Schwäbisch Hall; ATYC SA Terrassa Barcellona.

2.22 Sostituzione o riduzione dell'Urea nella stampa reattiva

Descrizione

L'urea viene applicata per:

- incrementare la solubilità dei coloranti che hanno bassa solubilità in acqua;
- aumentare la formazione del condensato per favorire la migrazione del colorante dalla pasta alla fibra tessile;
- formare condensati con una temperatura di ebollizione maggiore (115°C).

L'urea può essere eliminata mediante il processo di aggiunta controllata di umidità.

Prestazioni ambientali

La sezione di stampaggio è la fonte principale di urea e dei relativi prodotti di decomposizione (NH₃/NH₄⁺).

Durante il trattamento degli scarichi, la nitrificazione dell'ammoniaca in eccesso richiede un alto consumo di energia. Lo scarico di urea, di ammoniaca e del nitrato contribuisce all'eutrofizzazione acquatica. Nella stampa reattiva l'urea può essere eliminata completamente (da un valore iniziale 150 g/kg di pasta).

Effetti trasversali

L'applicazione di umidità richiede energia, ma questo consumo è significativamente più basso dell'energia richiesta per la produzione di urea.

Applicabilità

I sistemi a spruzzo e a schiuma sono applicabili anche in impianti esistenti che adottano la tecnologia della stampa reattiva. Tuttavia, per gli articoli in seta e viscosa non è possibile evitare completamente l'uso di urea se si adotta il sistema a spruzzo. Al contrario, il sistema a schiuma ha dimostrato un'ottima riuscita per la viscosa pur avendo eliminato completamente l'urea.

Dati economici

Il costo per l'apparecchiatura di spruzzatura, compreso l'apparecchio per la misura in linea dell'umidità, è di circa 30.000 Euro (il sistema a schiuma è sensibilmente più costoso). La tecnologia a schiuma risulta conveniente per impianti che lavorano oltre 30.000 metri lineari al giorno.

Punti di forza

L'applicazione di questa tecnica è molto attraente per le aziende che scaricano in impianti centralizzati di trattamento degli scarichi (a causa dell'alto consumo di energia richiesto per la nitrificazione biologica: maggiori costi per l'azienda a causa del necessario abbattimento delle emissioni di azoto).

Esempi di impianti

Molti impianti in Europa.

2.23 Uso di cicli chiusi per il lavaggio del tessuto con solvente organico

Descrizione

L'applicazione del percloroetilene (il solvente più usato) richiede un'estrema attenzione e tecnologie specifiche per la riduzione e la minimizzazione del potenziale danno per l'ambiente e gli esseri umani.

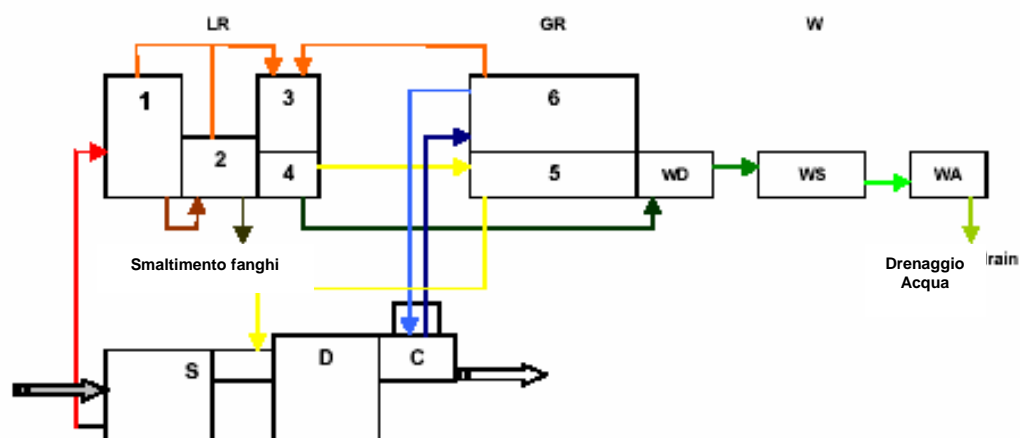
I componenti di un'installazione moderna tipica, rappresentati schematicamente nella figura 2.1 qui sotto, sono:

- S: Unità di lavaggio
- D: Unità di asciugatura
- C: Sezione di raffreddamento.

Apparecchiatura di recupero del solvente:

- LR: Recupero del liquido/smaltimento del fango (1 distillazione principale, 2 distillazione del fango, 3 condensazione, 4 separazione dell'acqua, 5 serbatoio per il solvente)
- GR: Recupero del Gas (6 filtri a carboni attivi)
- W: Trattamento dell'acqua
- WD: Decantazione
- WS: Strippaggio dell'aria
- WA: Assorbimento su carboni attivi.

Figura 2.1: Layout di un sistema di lavaggio con solvente



Le seguenti soluzioni per le fonti principali di inquinamento sono state sviluppate nella nuova generazione di impianti.

Emissioni in acqua

Problema

La cosiddetta "acqua di separazione", prodotta dal sistema di recupero del solvente con una portata media di circa 0,5 m³/h e un contenuto di solvente compreso tra 150 e 250 g/m³, provoca un'emissione di 75-125 g/h di solvente. Di solito questo scarico veniva inviato direttamente in fognatura (nel caso peggiore) o all'impianto di trattamento. Poiché il solvente non risulta biodegradabile, una volta raggiunto l'acquifero si accumula indefinitamente.

Soluzione

Un sottogruppo specifico incorporato all'impianto permette ora di pretrattare, estrarre e recuperare la maggior parte del solvente presente in acqua attraverso un processo a 2 stadi:

1. strippaggio mediante un flusso di aria
2. assorbimento attraverso cartucce a carboni attivi, periodicamente rigenerabili.

Il sistema è in grado di garantire un residuo di solvente negli scarichi inferiore a 1 mg/l. Tuttavia, poiché la portata di acqua è abbastanza bassa ($< 0.5 \text{ m}^3/\text{h}$), processi ossidativi avanzati (per esempio il processo Fenton) sono adatti a trattare in-sito tali portate basse.

Rifiuti

Problema

Il contenuto elevato in acqua e il residuo in peso del solvente nei fanghi, pari a oltre il 5 %, rende questo rifiuto difficile da trattare anche presso impianti specifici di trattamento. Lo smaltimento in discarica può provocare la contaminazione della falda o del terreno e il solvente presente può ancora essere liberato in atmosfera nei gas di discarica.

Soluzione

La riprogettazione completa del gruppo di distillazione principale (del tipo a "circolazione forzata") e, in particolare, la riprogettazione del distillatore del fango (del tipo "vaporizzatore a strato sottile"), può provocare una drastica riduzione del solvente residuo nel fango producendo un rifiuto secco e ispessito. Ciò comporta una riduzione dei problemi e costi di raccolta e smaltimento.

Prestazioni ambientali

Il vantaggio nel lavaggio con solvente organico consiste in:

- Riduzione del consumo sia di acqua che di energia, dovuto al processo a secco e al minor calore per l'evaporazione del solvente rispetto all'acqua;
- Riduzione nell'uso di ausiliari (per esempio tensioattivi quali detersivi, emulsionanti, ecc). Una quantità elevata di ausiliari è necessaria a causa degli agenti di preparazione difficili da rimuovere quali gli oli siliconici presenti su fibre elastomere: la loro rimozione completa mediante lavaggio con acqua non risulterebbe possibile.
- Riduzione del carico organico trasmesso all'impianto di trattamento dei reflui (le impurità risultano conglobate in un fango concentrato).

Effetti trasversali

I solventi organici alogenati sono sostanze non biodegradabili. Inoltre, tessuti trattati con percloroetilene possono potenzialmente liberarlo nei successivi trattamenti termici. Negli stenditoi direttamente riscaldati, si possono formare diossine e furani. Per quanto riguarda il problema della ritenzione di solvente nelle fibre, si stanno svolgendo studi ed esperimenti che puntano a ridurre il contenuto di solvente principalmente per mezzo di un trattamento finale del tessuto in condizioni controllate di umidità e di calore. Sembra che in tal modo il livello di abbattimento del solvente nel tessuto possa raggiungere oltre il 90 %.

Applicabilità

Il trattamento con solvente avviene in tutte quelle applicazioni dove il solvente ha un'efficacia maggiore dell'acqua, specialmente in termini di potere solvente di sostanze idrofobe.

L'applicazione principale è nella maglieria, specialmente per le fibre artificiali. Produzioni recenti di tessuti elastici in lana richiedono un trattamento con solvente post-tintura per aumentare la saldezza del colore nel tessuto.

Dati economici

E' stato effettuato un confronto con due tessuti aventi la stessa composizione della fibra e diversa lavorazione, entrambi nella gamma di peso medio-leggera (240 g/m) in modo da permettere con i due sistemi una produzione di circa 0,8 t/h alla stessa velocità di 55 m/min.

Entrambi i sistemi hanno una sezione di lavaggio e una sezione di riscaldamento, ma:

- il processo ad acqua usa il calore di riscaldamento anche per l'asciugatura;
- il processo con solvente, che include una sezione specifica incorporata di asciugatura, utilizza il calore esclusivamente per il riscaldamento.

Nel complesso, il sistema a solvente può raggiungere risparmi di circa il 17%.

L'alto costo di investimento è a volte un disincentivo, ma il pay-back period risulta accettabile (solitamente meno di 2-3 anni) per impianti con una produzione annuale di almeno di 3.000 t/a di tessuto.

Punti di forza

Riduzione delle emissioni in aria. Esigenze di mercato legate a nuovi prodotti che richiedono tale tecnologia con solvente. Riduzioni nei costi di esercizio.

Esempi di impianti

Almeno 200 impianti (anno 2001) stanno funzionando nel mondo.

2.24 Trattamento combinato chimico, fisico e biologico per scarichi misti

Descrizione

Il trattamento nei sistemi a fanghi attivi può permettere la degradazione di sostanze biodegradabili e difficilmente biodegradabili. Tuttavia, questa tecnologia non è sufficiente a degradare o eliminare residui non-biodegradabili. Ulteriori trattamenti risultano necessari.

Tali ulteriori trattamenti dovrebbero essere effettuati preferibilmente prima del trattamento biologico finale, ma in pratica questo è fatto soltanto in alcune aziende. Nella maggior parte dei casi sono effettuati trattamenti supplementari successivi quali flocculazione/precipitazione, coagulazione/adsorbimento/precipitazione, ozonazione⁶.

Tuttavia, l'ozonazione, quando eseguita alla conclusione del processo di trattamento, ha l'effetto principale di degradare i prodotti chimici in sottoprodotti intermedi, mentre i precedenti trattamenti non fanno altro che trasferire al fango le sostanze non bioeliminate.

Un altro metodo per migliorare le prestazioni del trattamento a fanghi attivi è rappresentato dal trattamento Powdered Activated Carbon treatment (PACT). Esso consiste nella combinazione delle differenti tecnologie (biologico, fisico, chimico) permettendo simultaneamente la biodegradazione, l'adsorbimento e la coagulazione. Nel sistema PACT, carbone attivo in polvere e batteri sono mantenuti in un processo di trattamento aerobico/anossico per l'attività simbiotica. Nel sistema PACT®, il fango in eccesso (una miscela di carbone spento in polvere e biomassa) proveniente dall'aeratore aerobico è rigenerato per mezzo di un trattamento idrotermale (ossidazione umida). Questa è una reazione in fase liquida che usa ossigeno disciolto (o aria) per ossidare agenti inquinanti sia solubili che sospesi. Quando viene usata aria come fonte di ossigeno il processo è noto come "ossidazione ad aria umida".

Un'altra tecnologia è il sistema PACT3+. Consiste nella combinazione di tecniche differenti allo scopo di migliorare le prestazioni, la flessibilità e l'economia di scala del sistema PACT®.

Nel sistema PACT3+, il carbone attivo è aggiunto all'aeratore aerobico insieme a ferro, che è usato come coagulante per precipitare il fosfato ed aumentare il legame delle tinture nel fango. La riattivazione dei fanghi spenti contenenti carbone e ferro in polvere è effettuata a basse temperatura (sotto 130°C) se viene usato perossido di idrogeno. Le sostanze concentrate o adsorbite sono distrutte dall'ossidazione usando perossido di idrogeno e creando le condizioni per una reazione Fenton (H_2O_2 , Fe_{2+} a pH 3).

Prestazioni ambientali

I vantaggi conseguenti a trattamenti successivi a quello biologico sono:

- riduzione nella produzione di fango in eccesso;
- rimozione o distruzione di sostanze potenzialmente pericolose (non-biodegradabili, accumulabili, tossiche);
- i solidi in eccesso prodotti sono densi e trattengono le rimanenti sostanze, che possono quindi essere disidratate con minore difficoltà (anaerobico) e successivamente incenerite;
- miglioramento della mineralizzazione degli inquinanti organici;
- minor consumo di energia nell'aerazione.

Dati operativi

Con i sistemi PACT3+ e di PACT® è necessaria una buona filtrazione per separare in modo efficiente il fango dall'effluente trattato.

⁶ Un processo di ozonazione delle acque reflue viene fornito dalla Tecnotessile srl (tecnologia presentata in occasione di Ecomondo 2003).

Applicabilità

La tecnologia è applicabile anche a installazioni esistenti in cui è disponibile un trattamento biologico e dove i solidi sono completamente trattenuti nella sezione di chiarificazione. Deve essere aggiunto un microfiltro quando c'è il rischio che i solidi possano fuoriuscire insieme all'effluente.

La riattivazione mediante l'uso di perossido di idrogeno permette la riutilizzazione del carbone e del ferro.

La tecnologia risulta più interessante per il pretrattamento di concentrati caldi e per la riattivazione dei fanghi dai processi biologico, fisico e di coagulazione.

Dati economici

E' necessaria la seguente apparecchiatura supplementare:

- sistema di dosaggio per il carbone in polvere e per il solfato di ferro;
- sistema di dosaggio per il perossido;
- microfiltrazione;
- un reattore per la riattivazione dei flussi concentrati.

Punti di forza

Le raccomandazioni PARCOM 94/5 ritengono il sistema PACT3+ come una delle tecnologie imminenti più promettenti.

Esempi di impianti

Tali sistemi risultano installati in molti impianti nel mondo.

2.25 Riciclaggio delle acque reflue di flussi specifici mediante tecnologie a membrana

Descrizione

Le tecnologie a membrana sono applicate in vari modi per il trattamento di flussi separati per permettere il recupero e riutilizzo dell'acqua.

Prestazioni ambientali

Risulta possibile una riduzione del 60 % nel consumo di acqua primaria e di scarichi. Il COD negli scarichi inviati agli impianti di trattamento può essere ridotto di circa il 50 %.

Dati operativi

Alcuni problemi devono essere affrontati, in particolar modo la rimozione di fibre e particelle e l'identificazione dei prodotti chimici che possono causare incrostazioni sulle membrane.

Effetti trasversali

Il consumo di energia risulta significativo.

Applicabilità

La tecnologia è applicabile agli scarichi delle varie fasi di finissaggio a condizione che sia effettuata un'adeguata separazione dei flussi degli scarichi e che venga effettuata una corretta scelta di membrane compatibili con tali flussi.

Punti di forza

Gli alti costi dell'acqua primaria e dei trattamenti degli scarichi.

Esempi di impianti

La tecnologia a membrana è applicata in molti impianti in Europa.

2.26 Trattamento e recupero di reflui contenenti pigmenti

Descrizione

Questa tecnologia si riferisce al trattamento a membrana di acque reflue contenenti pigmenti nelle paste di stampaggio e alla successiva riutilizzazione del permeato.

Il trattamento consiste dei seguenti punti:

- coagulazione per disattivare le tinture organiche, i leganti e gli agenti di fissaggio;
- precipitazione del coagulato con bentonite a pH 6;
- microfiltrazione del precipitato. Le membrane applicate consistono di polipropilene con dimensioni di 0,2 µm.

Il fango prodotto viene inviato al trattamento fisico-chimico. Il permeato è completamente esente da solidi sospesi e può essere riutilizzato per le operazioni di pulizia.

Prestazioni ambientali

Più del 90 % di acqua è riciclato. I composti non-biodegradabili quali ispessitori organici, leganti e agenti di fissaggio sono completamente rimossi e possono essere successivamente mineralizzati mediante incenerimento.

E' da sottolineare, tuttavia, che a causa della presenza dei cloruri, è possibile la produzione di sostanze pericolose (diossine e furani) nel caso il fango venisse incenerito.

Dati operativi

Il COD dei reflui in ingresso all'impianto di trattamento varia tra 4.000 e 10.000 mg/l. Il COD nel permeato è di circa 600 mg/l, che si traduce in un'efficienza di rimozione di circa il 90 %.

La coagulazione deve essere effettuata con attenzione a causa della presenza di leganti e di agenti organici di fissaggio (potrebbero condurre alla produzione di incrostazioni sulla membrana con conseguente rapida ostruzione della stessa).

Applicabilità

La tecnologia è applicabile anche in impianti esistenti che preparano paste con pigmenti per le operazioni di rivestimento e di stampaggio.

Punti di forza

La legislazione sull'ambiente (scarichi idrici: D.Lgs 152/99 e s.m.i.; caratteristiche dei fanghi di depurazione e delle successive condizioni di smaltimento: D.Lgs 22/97 e s.m.i.).

Esempi di impianti

Un impianto di potenzialità pari a 1,25 m³/h sta funzionando dal 2001 a van Clewe GmbH, D-46495 Dingden- Germania.

2.27 Il recupero dei cascami tessili⁷

Il recupero dei cascami tessili è da tempo oggetto di studio da parte degli operatori del settore; ad oggi risultano definite diverse linee di processo per il riutilizzo nei cicli di lavorazione degli scarti di processo, sintetizzati nel seguito.

Cascami di lana

La lana rigenerata (o meccanica) si ricava dallo sfilacciamento e sfibratura dei ritagli e cascami di filatura, tessitura, di stracci di lana (panni, maglieria, flanelle, coperte, etc.) oppure di tessuti misti (lana e cotone) mediante macchine speciali (sfilacciatrici), che ne rendono le fibre nuovamente libere e separate le une dalle altre. Nel caso degli stracci, si procede generalmente ad una prima cernita manuale, allo scopo di separare gli stracci per fibra di natura omogenea.

La cernita avviene per la qualità della lana (lana ed altre fibre), maglia di lana (per il recupero delle fibre lunghe) o tessuti (da cui si ottengono le fibre corte), per la finezza (lana fine o ordinaria) e per il colore (tinte unite o miste).

Dopo tale fase gli stracci possono essere sottoposti a tinteggiatura e successivamente a ulteriore cernita per separare gli stracci di materiale sintetico. Da questa ultima cernita, in genere vengono generati tessuti di scarto ammontanti al 5-15% del peso degli stracci in ingresso, che vengono smaltiti in discarica, o utilizzati per la produzione di sfilacciati, pannelli per coibentazione, fogli catramati.

Successivamente le maglie e i tessuti in lana vengono posti a bagno e poi sottoposti a stracciatura, in cui mediante cilindri e tamburi rotanti rivestiti di punte metalliche, viene operata la sfilacciatura dei tessuti riducendoli in fibre.

Gli stracci di lana, separati per qualità e sfumatura di colore, vengono sottoposti a carbonizzazione.

La fase di stracciatura (o sfilacciatura) può essere effettuata sia ad umido che a secco.

In particolare la stracciatura viene effettuata in bagno d'acqua per stracci, maglie e sfridi di lavorazione, riducendoli ad un ammasso fibroso omogeneo; viene effettuata in un'apposita macchina costituita da una vasca ellittica al cui interno sono situati due o più cilindri ruotanti provvisti di punte che sfibrano il materiale tessile; la sfilacciatura a secco, invece, viene impiegata essenzialmente per ritagli di maglieria in fibre sintetiche, mediante una macchina sfilacciatrice, formata da una serie di tamburi su cui sono disposti dei cilindri opportunamente guarniti per l'apertura del materiale.

Dopo la sfilacciatura, in cui dalle fibre vengono anche rimosse le ultime impurità presenti (bottoni, ganci, etc.), la lana viene asciugata in appositi essiccatoi ad aria calda, poi aspirata in condotti pneumatici e liberata dalla peluria, viene confezionata in balle e ceduta per le operazioni successive.

La qualità della lana rigenerata dipende dai materiali da cui proviene e dai sistemi di lavorazione seguiti per ottenerla. Così si hanno le migliori qualità dai materiali nuovi non usati, quali ad esempio le filandre di filatura o di tessitura e i ritagli di confezione, e qualità inferiori da stracci provenienti da indumenti vecchi e tanto peggiori quanto questi sono usati. Dagli stracci in fibre miste di lana e fibre vegetali (cotone, lino) la lana viene separata per carbonizzazione delle altre fibre, essiccamento, battitura, lavaggio e successiva sfilacciatura.

⁷ Federtessile, "Rapporto annuale di attività", Federtessile, Milano, 1998.

M. R. Viridis, "Indagine sulla competitività delle lavorazioni di tessuti rigenerati nell'area industriale pratese", ENEA, Roma, giugno 1992.

Villavecchia, Eigenmann, "Nuovo dizionario di merceologia e chimica applicata", Ed. Hoepli, Milano, 1983.

E. Chiacchierini, "Fondamenti di merceologia", Edizioni Kappa, Roma, 1982.

G. Bressi, "I residui da attività produttive: potenzialità di recupero energetico", Ed. Istituto per l'Ambiente, Milano, 1997.

La lana rigenerata, date le caratteristiche delle sue fibre, è quasi esclusivamente impiegata nelle lavorazioni cardate.

Le rese della materia prima col trattamento di carbonizzazione sono circa il 70-90% per le lane nuove, 50-80% per le pettinacce (fibre di scarto provenienti dall'operazione di pettinatura) e 10-40% per i cascami di cardatura.

Cascami di cotone

I cascami derivanti dalla lavorazione del cotone sono costituiti essenzialmente da cascami di battitura, sottocarda, cascami di cappelli, cascami di filatoi (filetti) e garzature.

Il riutilizzo dei cascami di cotone per la tessitura o per la fabbricazione di ovatte, cotone idrofilo o di derivati della cellulosa dipende dalla lunghezza, dalla purezza e dal colore delle fibre.

Il cotone rigenerato si ottiene, invece, dalla selezione di stracci in cotone, stracciatura per ottenere le fibre sfilacciate e successive fasi di lavorazione analoghe a quelle adottate per le fibre vergini di cotone.

I cascami derivanti dalla raccolta del cotone (linters) sono costituiti essenzialmente dalla peluria (fibra corta). Tale fibra corta è costituita da cellulosa che può essere utilizzata per la produzione di paste chimiche per carta o altri derivati della cellulosa, mediante cottura in soluzione alcalina, bollitura in autoclave e successiva sbianca. Segue un trattamento di purificazione per eliminare la presenza di cere, pectine ed altri residui vegetali estranei.

Cascami di seta

I cascami di seta in genere ammontano al 40-60% della seta grezza. Possono distinguersi in cascami grezzi e cascami lavorati. I cascami grezzi sono in genere costituiti da rifiuti di bozzoli in natura, contenenti circa il 30-40% di fibre di seta irregolari, misti a sudiciume, foglie, eccetera, da bozzoli bucati che possono contenere fino al 70% di seta, cascami di trattura, costituiti dagli scarti dell'operazione di sbattitura, e da bozzoli non dipanabili.

I cascami lavorati sono costituiti essenzialmente da fibre corte di seta derivanti dalle diverse fasi di lavorazione della seta comune e possono essere recuperati mediante operazioni similari a quelle adottate per le fibre corte di lana e cotone per ottenere dei filati.

La seta meccanica, invece, viene ottenuta dal recupero degli indumenti post-consumo in seta, mediante operazioni di sfilacciatura.

Il recupero energetico dai cascami di fibra tessile di natura vegetale o animale risulta particolarmente interessante (quando non è economicamente conveniente il recupero delle fibre come materiale) in quanto il potere calorifico ammonta in media a 4.000 kcal/kg. Data la leggerezza del materiale, la tipologia di forno più adatta risulta il combustore a letto fluido.

Cascami di fibre artificiali e sintetiche

I cascami di fibre artificiali e sintetiche, aventi un contenuto in cloro inferiore allo 0,5% in massa, possono essere impiegati per la produzione del CDR (Combustibile Derivato dai Rifiuti), congiuntamente alla frazione combustibile derivante dalla selezione dei rifiuti solidi urbani, in percentuale non superiore al 50% in peso, contribuendo inoltre ad aumentare il potere calorifico del CDR, in quanto tali fibre presentano un potere calorifico sulle 6.000-10.000 kcal/kg.

2.28 Tecnologie presentate a Ecomondo 2003

Nell'ambito della fiera internazionale di Ecomondo 2003 (ex Fiera Ricicla) dedicata al recupero di materia ed energia e allo sviluppo sostenibile, l'Innovation Relay Centre IRENE ha organizzato una giornata di trasferimento tecnologico transnazionale e presentazione dei risultati di progetti di ricerca sui temi delle Tecnologie Ambientali e del Tessile.

Di seguito si indicano alcune tecnologie interessanti per il settore tessile finalizzate alla riduzione dell'impatto ambientale.

2.28.1 Impianto modulare mobile per l'identificazione e l'ottimizzazione dei processi possibili di recupero, di riciclaggio e di trattamento degli scarichi industriali

Obiettivi

ENEA-JRC IRIDE ha realizzato un impianto modulare costituito da 14 sotto unità, ciascuna capace di portare avanti un processo chimico di trattamento dei reflui.

Le prove vengono condotte su campioni per determinarne le migliori modalità di recupero, riciclaggio e smaltimento con l'obiettivo di valorizzare al massimo il rifiuto prodotto e raggiungere una riduzione nel consumo di acqua.

Oltre ai vantaggi legati alla modularità, l'impianto aiuta a conseguire, mediante la scelta del processo più adeguato, una riduzione nei consumi di acqua e di energia.

Codice Progetto: TO-IT-003

Azienda: ENEA-JRC IRIDE.

2.28.2 Trattamento dei reflui e riciclaggio nelle aziende tessili

Obiettivi

Sono stati sperimentati due diversi trattamenti su un impianto pilota per valutare l'efficienza di rimozione dei residui di coloranti e di altre sostanze organiche (TOC, COD) dai reflui.

Il primo trattamento richiede una fase di preossidazione con un reagente Fenton e una successiva fase di coagulazione-flocculazione.

Il secondo tipo di trattamento richiede solo la fase di coagulazione-flocculazione.

Sono state osservate alte efficienze di rimozione, tramite il solo trattamento Fenton, sia per i residui di coloranti sia per i TOC.

Risultati molto promettenti sono stati, inoltre, osservati mediante il metodo di ossidazione a TiO₂-UV per la decolorazione dei reflui di tintura.

La sperimentazione ha, inoltre, valutato il comportamento dei bagni di imbozzimatura con alcoli polivinilici: l'uso di un trattamento a membrana⁸ per il bagno esausto ha permesso il recupero sia di acqua che di agenti chimici.

Codice Progetto: TO-IT-006

Azienda: ENEA CR Casaccia

⁸ Impianti di trattamento con tecnologia a membrana sono forniti anche dalla Tecnotessile srl (risultati presentati alla fiera Ecomondo 2003)

2.28.3 Processo del letto fisso a lignite e coke per il trattamento dei reflui industriali

Obiettivi

Un'azienda ha messo a punto un nuovo processo di trattamento dei reflui noto come LCBR (Lignite Coke fixbed Bioreactor).

Sul fondo del reattore uno strato di ghiaia copre il piping dell'impianto. Gli inquinanti organici nei reflui vengono per prima trattiene sulla superficie del coke mediante adsorbimento mentre un biofilm degrada gli stessi.

Un fermo impianto di circa 3 mesi non interrompe l'attività di biodegradazione.

L'impianto è stato provato per vari tipi di reflui (reflui dal petrolchimico, percolato delle discariche) tra cui anche i reflui dell'industria tessile. La tecnologia porta a una sensibile riduzione di COD, BOD, alogeni, composti azotati e colore nei reflui.

I risultati più significativi osservati sono:

- una bassa richiesta di personale e di energia;
- una buona flessibilità e stabilità;
- la modularità (è possibile accoppiare più impianti)

Codice Progetto: TO-DE-011

Azienda: AQUA-BIOCARBON GmbH.

2.28.4 Ossidazione anodica dei reflui tessili di tintoria

Obiettivi

La tecnologia propone di eliminare il COD presente nei reflui del processo di tintura. Si basa sull'ossidazione anodica di inquinanti organici mediante l'uso di un anodo speciale.

La tecnologia risulta molto efficace sui reflui provenienti dalla tintura con coloranti reattivi: questi infatti, sono composti da molti sali (cloruro o solfato di sodio fino a 70 g/l) che migliorano la conducibilità elettrica del refluo.

La tecnologia risulta adatta per due tipologie di applicazioni:

- 1) Trattamento di reflui di tintoria seguito da una filtrazione con carboni attivi per eliminare il COD residuo; il prodotto finale è una soluzione di sali riutilizzabile nel processo. Questa combinazione di trattamenti permette di ridurre fino all'80% il carico di inquinanti e di recuperare una soluzione di sali riutilizzabile.
- 2) Pretrattamento della soluzione insieme ai primi due bagni di lavaggio (riduzione fino al 70% del carico inquinante presente nel bagno esausto di tintura).

Pertanto la tecnologia porta ai seguenti vantaggi:

- una maggiore efficienza di rimozione di COD e del colore;
- la possibilità di effettuare il trattamento anche in modo discontinuo;
- nessuna produzione di fanghi;
- nessuna aggiunta di ausiliari chimici;
- uno spazio ridotto per l'installazione;
- riduzione dei costi di trattamento (minor COD, recupero della soluzione salina).

Codice Progetto: TO-IT-014

Azienda: STUDIO TECHNICA

2.28.5 Progetto TOWEF0 (Towards Effluent Zero)

Obiettivi

L'obiettivo del progetto di ricerca TOWEF0 (coordinato da ENEA) consiste nell'elaborazione di una metodologia multicriteria finalizzata alla promozione di un efficiente utilizzo di acqua nel settore tessile con conseguente riduzione dell'impatto ambientale mediante l'implementazione di norme di buona pratica ambientale (Good Environmental Practices: GEP) e mediante l'elaborazione di strategie di risparmio di acqua nel settore tessile in accordo con la Direttiva CE 61/96 (IPPC).

Ci si attende che la metodologia, insieme a una legislazione ambientale specifica, possa portare a un miglioramento della competitività del settore tessile.

Il progetto è stato finanziato dalla Commissione europea con contratto EVK1-CT-2000-00063.

I risultati intermedi del progetto possono essere così sintetizzati:

- Elaborazione di un questionario per la raccolta dei dati GEP con una metodologia specifica di elaborazione delle risposte. Le aziende selezionate sono state 10 (5 italiane e 5 belghe) e le indicazioni fornite sono risultate di fondamentale importanza anche per la redazione del Bref (Best Available Technologies Reference Report) per il settore tessile;
- Acquisizione dei parametri dei processi produttivi e caratterizzazione dei reflui provenienti da tutte le fasi del processo produttivo;
- Applicazione della metodologia LCA; valutazione di software commerciali per l'analisi LCA con lo scopo di implementare un software specifico per il settore tessile;
- Sperimentazione del trattamento a membrana (con diverse tipologie di membrana e a secondo del processo: ultrafiltrazione, nanofiltrazione, osmosi inversa) e analisi delle possibilità di riutilizzo delle acque trattate.

3 TECNOLOGIE EMERGENTI

3.1 Processi di finitura con enzimi

Gli enzimi sono proteine che agiscono da biocatalizzatori attivando e accelerando le reazioni chimiche che altrimenti avrebbero bisogno di più energia. La loro selettività permette condizioni di processo più delicate rispetto ai processi convenzionali. Gli enzimi sono presenti nei batteri, nei lieviti e nei funghi.

Attualmente è allo studio l'uso di enzimi per l'utilizzo con fibre naturali.

Alcuni enzimi, quali le amilasi nel processo di sboccimatura, sono applicati da lungo tempo; altri enzimi sono ancora oggetto di indagini. La seguente tabella⁹ elenca i processi enzimatici principali già in uso o emergenti nel settore tessile.

Tabella 3.1: Processi enzimatici principali

Fibre	Treatment	Enzymes	Substrate	Degree of development
Cotton	Desizing	Amylases, amyglucosidases	Starch	State of the art
	Scouring	Pectinases	Cotton fibre adjacent material	Available
	Scouring	Enzymatic mixture	Cotton fibre adjacent material	Emerging
	Bleaching	Laccases, glucoseosidases	Lignin, dyestuffs, glucose	Emerging
	Degradation of residual H ₂ O ₂ after bleaching	Peroxidases	H ₂ O ₂	Available
	Bio-polishing	Cellulases	Cellulose	Available
	Bio-stoning	Celluloses	Cellulose	Available
Wool	Scouring	Lipases	Lanolin	Emerging
	Anti-felting	Special enzymes		Emerging
Silk	Degumming	Sericinases	Sericin	Emerging
Flax	Softening	Pectinestearases	Flax fibre adjacent material	Emerging
Jute	Bleaching, softening	Cellulase, xylanases	Jute fibre adjacent material	Emerging

Risparmi di energia (temperature di lavorazione più basse) e consumi più bassi di acqua (numero ridotto di fasi di risciacquo) sono alcuni dei potenziali vantaggi dei processi enzimatici; in alcuni casi, inoltre, è possibile far a meno di agenti pericolosi di processo.

⁹ BREF

3.2 Tecnologia al plasma

Il trattamento al plasma può essere effettuato sia sulle fibre naturali che su quelle sintetiche per ottenere i seguenti risultati :

- sgrassaggio della lana
- sbazzimatura
- modifica delle proprietà in acqua delle fibre (proprietà idrofile e idrofobe)
- incremento nell'affinità dei coloranti
- finitura anti-infeltrimento della lana;
- sterilizzazione (trattamento battericida), ecc.

Il trattamento di finitura anti-infeltrimento delle lane è una delle applicazioni più studiate per questa tecnologia. Questo trattamento a differenza di quello convenzionale causa una minore degradazione delle fibre della lana ed evita la presenza di alogeni organici negli scarichi.

3.3 Utilizzo di CO₂ supercritico nei processi di tintura

Liquidi supercritici sono capaci di dissolvere molecole organiche con bassa o media polarità.

Il CO₂ presenta il vantaggio rispetto agli altri gas di essere non infiammabile, antideflagrante e non tossico. La tintura con CO₂ delle fibre di polipropilene (PP) e di poliestere (PES) ha già applicazioni industriali mentre l'applicazione sulle lane, sulle fibre poliammidiche e sul cotone è ancora problematica a causa della natura polare dei coloranti usati per queste fibre.

La tintura a CO₂ di PES e di PP può essere effettuata in condizioni isoterme e isobariche ottimali a 120°C. Le proprietà di assorbimento e di saldezza della tintura sono molto simili a quelle della tintura ad acqua.

La tintura in eccesso disciolta nel bagno deve essere estratta con una carica nuova di CO₂ supercritico al termine del ciclo di tintura. E' da sottolineare che soltanto alcune formulazioni speciali di tintura possono essere usate perché gli agenti di dispersione e alcuni ausiliari presenti nelle formulazioni convenzionali influenzano fortemente l'assorbimento di tintura con questa tecnologia alternativa.

Gli agenti di preparazione idrofobi dovrebbero essere estratti prima della tintura a causa della loro solubilità nel CO₂ supercritico. In primo luogo sono estratti dalla fibra durante il processo di tintura e poi precipitano come goccioline oleose al termine del processo.

La tintura con CO₂ presenta un certo numero di vantaggi:

- consumo quasi nullo di acqua;
- emissioni nulle (il CO₂ può essere riciclato);
- non è necessario un processo di asciugatura dopo la tintura;
- gli agenti di livellamento e di dispersione non sono necessari o comunque, in alcuni casi, sono aggiunti in modiche quantità;
- i residui del colorante possono essere riciclati.

Tuttavia, il costo di investimento per l'apparecchiatura è alto e questo è uno svantaggio significativo, in particolar modo se si considera che i prodotti in PES sono normalmente prodotti a basso prezzo.

3.4 Trattamenti ad ultrasuoni

I trattamenti ad ultrasuoni migliorano la dispersione dei coloranti e degli ausiliari e aumentano la loro capacità di emulsionare e solubilizzare. Ciò permette una migliore omogeneizzazione della soluzione che si traduce in un maggiore esaurimento del bagno di tintura. In più, gli ultrasuoni producono un effetto di de-aerazione nel liquore e sul tessuto ottenuto normalmente aggiungendo ausiliari speciali.

I principali benefici ambientali conseguibili con i trattamenti ultrasonici nella rifinitura dei tessuti sono:

- risparmi energetici (temperature e tempi di processo minori);
- riduzione nel consumo di ausiliari.

3.5 Tintura elettrochimica

La tintura al tino e allo zolfo richiedono sia una fase di riduzione che una di ossidazione, che sono effettuate con ossidanti chimici e agenti di riduzione. Una tecnologia alternativa attraente consiste nel ridurre e ossidare la tintura per mezzo di metodi elettrochimici.

Con l'elettrolisi diretta la stessa tintura è ridotta al catodo. Nell'elettrolisi indiretta il potere riducente del catodo è trasferito alla soluzione tramite un sistema reversibile redox (per esempio basato sui complessi del ferro). Con questo sistema l'agente riducente è continuamente rigenerato al catodo, che permette così il pieno riciclaggio del bagno di tintura e dell'agente riducente. La riduzione catodica diretta in una cella elettrochimica è applicabile alle tinte a base di zolfo. Le tinte al tino sono ridotte tramite elettrolisi indiretta.

3.6 Ausiliari alternativi

Agenti di reticolazione

Gli acidi policarbonici possono essere usati come alternativa agli agenti di reticolazione a base di N-metilol che sono responsabili delle emissioni di formaldeide.

Biopolimeri

Il biopolimero principale per crostacei e insetti consiste, oltre alla cellulosa e alla chitina, in un componente strutturale principale dei gusci di crostacei (granchi, aragosta, ecc.) e di insetti. Il suo derivato deacetilato, il chitosano, che è più facile da gestire grazie alla maggiore solubilità, sta crescendo di importanza.

Alcuni esempi di potenziali applicazioni del chitosano e dei suoi derivati sono:

- trattamento antimicrobico: un effetto permanente può essere ottenuto mescolando il 10 % di fibre di chitosano con fibre di cotone al fine di produrre un filato misto oppure spruzzando le soluzioni a base di chitosano sul materiale non tessuto. Confrontato ad altri antimicrobici comunemente usati, il chitosano non è tossico per la fauna acquatica né per gli esseri umani (è quindi di interesse per quei tessuti che rimangono a contatto con la pelle)¹⁰
- post-trattamento per migliorare le proprietà di saldezza quando si utilizzano tinte dirette: i derivati cationici modificati di chitosano sono segnalati per essere adatti per questo trattamento. Inoltre, il chitosano aumenta l'assorbimento del colorante e può agire come

¹⁰ Un istituto di ricerca tedesco (DTNW: Deutsches Textilforschungszentrum Nordwest) sta sviluppando nuovi agenti di imbozzimatura a base di chitosano. Questo prodotto permette di evitare l'utilizzo di agenti di imbozzimatura non degradabili (p.es. alcoli polivinilic). Alcuni risultati sono stati presentati alla fiera Ecomondo 2003.

agente di ammorbidimento o come agente legante per prodotti non tessuti. Può anche essere usato come additivo nella pasta di stampa e negli agenti di imbozzimatura. La sua applicazione può essere interessante anche nel trattamento degli scarichi.

3.7 Sviluppi futuri per processi avanzati di ossidazione

I processi avanzati di ossidazione sono già applicati nell'industria tessile e ulteriori progetti sono in corso; il progetto BIOFL-UV è un esempio.

Lo scopo di questa ricerca è quello di mettere a punto e sperimentare un trattamento degli scarichi basato sulla fotolisi UV-attivata di perossido di idrogeno (per la decolorazione del bagno spento) unito a un processo di bioflottazione (per la distruzione del carico organico residuo).

Si pensa che la combinazione di questi sistemi di trattamento possa realizzare una decolorazione completa delle acque di processo per qualsiasi tipo di lavorazione a umido (finitura, candeggio, tintura, ecc.).

L'obiettivo finale è il riciclaggio, dopo filtrazione, del 75 % delle acque di processo.

3.8 Recupero dei coloranti mediante Sistemi Acquosi Bifasici (SAB)

L'estrazione con solvente convenzionale (sistemi water/oil) è una tecnologia estrattiva largamente usata nell'industria in molti settori produttivi; questa, però, comporta problemi di tipo ambientale dovuti al fatto che i reagenti impiegati sono infiammabili, tossici e volatili.

I sistemi acquosi bifasici sono sistemi puliti che hanno la potenzialità di sostituire in molte applicazioni i tradizionali sistemi.

Nei laboratori ENEA CR di Casaccia si sta sviluppando una tecnologia di estrazione con solvente che utilizza i sistemi acquosi bifasici¹¹.

I primi risultati hanno mostrato che le soluzioni di tintoria (che contengono molecole ad elevato ingombro sterico con struttura aromatica) vengono completamente estratte con il sistema proposto. Il passo successivo sarà quello di valutare l'efficacia di questi sistemi nel caso del trattamento di reflui reali ottimizzando tutti i parametri operativi per minimizzare i costi di gestione del processo industriale.

¹¹ I sistemi bifasici si ottengono miscelando soluzioni acquose di polimeri mutuamente incompatibili o preparando soluzioni composte da unpolimero e da un sale inorganico in opportune condizioni di concentrazione e temperatura (normalmente la soluzione è composta dall'80% in peso di acqua).

4 PROGETTI LIFE

4.1 Il Progetto "Meccanoriciclo"¹²

Obiettivi

Il progetto LIFE "Meccanoriciclo" si propone di valorizzare materiali di scarto provenienti da alcuni processi tessili e meccanotessili, realizzando con essi prodotti composti di riciclo.

Nel corso dello sviluppo del progetto è stata messa a punto una tecnologia per il riciclo di:

- fibre di scarto di dimensioni tali da non poter essere riprocessate all'interno della filiera tessile (es. scarti di garzatura/cimatura, pelurie e simili);
- polipropilene che costituisce i tubetti di supporto dei filati.

I materiali di scarto vengono macinati tramite la tecnologia di macinazione meccanica ad alta energia chiamata "MECHANO MAKING".

Con questa tecnologia si ottengono due prodotti:

- una polvere finemente suddivisa in cui si ha un'alligazione meccanica dei polimeri per quanto riguarda il Polipropilene;
- una polvere facilmente miscelabile con altri materiali nel caso dei cascami tessili.

Le due differenti tipologie di polvere possono essere così utilizzate nei seguenti modi:

- la polvere costituita da polipropilene può essere trattata mediante processi di formatura per iniezione oppure estrusione, per ottenere prodotti con caratteristiche innovative;
- la polvere ottenuta dai cascami di lana data la sua finezza risulta facilmente miscelabile con altre tipologie di materiali, risultando così particolarmente adatta a essere inserita come carica per esempio in pannelli truciolari.

Le ipotesi di impiego degli oggetti prodotti nel progetto LIFE sono soprattutto in:

- parti di macchinari tessili in sostituzione delle parti metalliche con conseguente alleggerimento del macchinario;
- pannellature per l'insonorizzazione.

Budget:	1,102,723.31 €
Contributo Life:	330,816.99 €
Durata:	dal 01-Ott-1998 al 01-Gen -2002
Codice progetto:	LIFE98 ENV/IT/000004

¹² Ulteriori dettagli sullo sviluppo della ricerca sono contenuti nell'articolo "Nuove strategie per il riciclaggio di prodotti tessili" pubblicato sulla rivista "Selezione Tessile" (N. 1.febbraio 2001 pp.86-88).

4.2 Riutilizzazione dei bagni di tintura esausti e autocontrollo in linea del processo di tintura

Obiettivi

Nelle industrie tessili i bagni di tintura contengono parecchie sostanze inquinanti che provocano un valore alto di COD negli scarichi. Altri impatti ambientali significativi dei bagni di tintura includono l'alto consumo di acqua e il notevole consumo di energia.

E' a causa dei suddetti impatti che le industrie del settore cercano di riutilizzare i bagni di tintura. Tuttavia, le esigenze di mercato riguardo alla riproducibilità e alla saldezza del colore hanno permesso solo in pochi casi la riutilizzazione dei bagni di tintura. La tecnologia attualmente disponibile non ha potuto rendere la riutilizzazione dei bagni residui compatibile con la qualità voluta per i prodotti finiti.

Gli obiettivi principali del progetto sono:

- progettare e caratterizzare un processo per la riutilizzazione diretta dei bagni di tintura, sviluppando un prototipo a livello industriale per consentire il controllo automatico in-linea dei diversi parametri del processo di tintura;
- sviluppare un sistema di autocontrollo in linea mediante tecnologia laser;
- permettere la riutilizzazione di praticamente tutto il bagno di tintura residuo, con una conseguente riduzione sia del consumo di acqua che dei carichi di inquinanti nell'effluente.

Budget:	702,365.00 €
Contributo Life:	269,951.00 €
Durata:	Dal 01-Sett-2003 al 31-Ago -2005
Codice progetto:	LIFE03 ENV/E/000166

4.3 Trattamento terziario di purificazione dell'acqua usando la foto-ossidazione su scala quasi industriale (FOTOTEX)

Obiettivi

Questo progetto tenta di esaminare e dimostrare l'efficacia del trattamento di foto-ossidazione per la depurazione dei reflui industriali. I reflui da depurare possono venire da un trattamento secondario biologico a fanghi attivi oppure anche da un trattamento precedente a questo. Il progetto prevede la costruzione di un prototipo semi-industriale da introdurre all'interno di un impianto tradizionale di depurazione.

Gli obiettivi specifici del progetto sono:

- mettere a punto l'impianto pilota (reattore fotochimico per un funzionamento in continuo);
- stabilire la possibilità di usare l'acqua depurata;
- quantificare il vantaggio nel riutilizzare l'acqua trattata;
- diffondere e trasferire la tecnologia ad altre PMI;
- verificare la fattibilità economica e valutare il miglioramento dell'impatto ambientale.

Budget:	225,581.00 €
Contributo Life:	111,797.00 €
Durata:	Dal 01-Mar-2003 al 01-Mar -2005
Codice progetto:	LIFE03 ENV/E/000102

4.4 Applicazione di una tecnologia per la riduzione dei coloranti nella fase di tintura

Obiettivi

I processi di tintura usano prodotti chimici come agenti riducenti del colore nella fase di tintura come per esempio il solfuro di sodio, i cosiddetti polisolfuri o, nel caso migliore, una miscela di idrosolfuro di sodio, di glucosio e di soda caustica; in ogni caso risultano elevati livelli di COD e BOD presenti nei reflui.

Il progetto si prefigge di mettere a punto un processo di tintura con riduzione elettrolitica dei coloranti con la conseguente eliminazione dell'uso degli agenti riducenti. In tal modo si abbassa il carico di contaminazione dei reflui, si permette un facile recupero dell'acqua (questa può essere riutilizzata almeno 10 volte) e si abbassano notevolmente i SOV nelle emissioni in aria.

Il sistema è basato sull'utilizzo di uno speciale catodo che cattura gli elettroni della molecola del colorante e li elimina tramite un anodo, il tutto con la presenza di una corrente continua.

Questo processo effettua la riduzione in un intervallo di tempo ottimale, risulta completamente riproducibile ed è stabile.

Budget:	647,625.00 €
Contributo Life:	194,288.00 €
Durata:	Dal 01-Gen-2001 al 01-Lug -2002
Codice progetto:	LIFE00 ENV/E/000545

4.5 Utilizzo di ultrasuoni per minimizzare l'uso di agenti di imbozzimatura e conseguentemente i carichi inquinanti nei reflui

Obiettivi

Gli agenti di imbozzimatura sono aggiunti per rivestire il filato con lo scopo di ridurre la rugosità dello stesso e favorire la successiva fase di tessitura; in tal modo si minimizzano anche i tempi di fermo impianto causati dalla rottura del filato durante le operazioni di tessitura.

Sebbene tali agenti siano fondamentali per la produttività e la qualità del tessuto, gli impatti ambientali delle sostanze usate non sono trascurabili.

L'uso degli ultrasuoni nei processi di imbozzimatura conduce ad una più efficiente utilizzazione degli agenti con la conseguente riduzione dell'inquinamento ambientale.

Il progetto era caratterizzato dallo sviluppo e dalla diffusione delle metodologie e delle tecnologie di applicazione degli ultrasuoni finalizzate alla riduzione dell'inquinamento dei reflui provenienti dalle fasi di pretrattamento del tessuto.

L'altro obiettivo fondamentale da perseguire era il miglioramento della tessitura del filato.

Il progetto è stato sviluppato in cooperazione con le aziende tessili; in particolare la cooperazione doveva svilupparsi nella valutazione dell'influenza degli ultrasuoni non solo sui parametri della soluzione di imbozzimatura ma anche sulle proprietà fisiche dei filati così trattati.

Prove di laboratorio hanno indicato che prodotti d'imbozzimatura sintetici difficilmente biodegradabili possono essere sostituiti da amido. La forza di adesione conseguente all'uso di amido come agente di imbozzimatura può essere aumentata dall'applicazione di ultrasuoni alla soluzione di imbozzimatura.

Un impianto sperimentale dimostrativo è stato installato in un'azienda tessile tedesca (Textilforschungsinstitut Thuringen-Vogtland e. V Greiz (TITV)).

Sono stati valutati gli effetti degli ultrasuoni sul comportamento del prodotto a partire dalla fase di imbozzimatura alla finitura finale.

Grazie alla modularità dell'impianto, il dispositivo a ultrasuoni può essere inserito anche in impianti esistenti. Il miglioramento dell'impatto ambientale è stato valutato mediante la misurazione del

COD e del BOD: sono state misurate riduzioni, per i 2 parametri, rispettivamente di 500 e 250 mg di ossigeno per litro di effluente trattato.

Grazie ai risparmi sugli agenti di imbozzimatura (quantitativi minori usati) e sui costi di trattamento dei reflui è stato stimato un pay-back period di circa due anni.

Budget:	67,017.00 €
Contributo Life:	33,508.00 €
Durata:	Dal 01-Set-1999 al 01-Mar -2001
Codice progetto:	LIFE99 ENV/D/000415

5 ALTRI PROGETTI

5.1 Riutilizzo irriguo dei reflui tessili depurati

Descrizione

Oltre la riutilizzo diretto nell'industria, un'altra possibilità per il riutilizzo dei reflui depurati può essere l'irrigazione, in particolare per colture non destinate ad usi alimentari come le piante ornamentali.

Il comprensorio tessile pratese confina con la provincia di Pistoia dove si trovano molti vivai, in prevalenza destinati alle piante ornamentali. Si stima che per l'irrigazione di questi vivai vengano consumati circa 12 milioni di metri cubi d'acqua, in prevalenza attinti dalla falda acquifera mediante pozzi. La possibilità di un riutilizzo delle acque provenienti dai depuratori di Prato consentirebbe un significativo risparmio di risorse idriche.

Questa possibilità è stata recentemente investigata da un ricerca compiuta nell'ambito di una convenzione tra il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Firenze e la società Gida; quest'ultima gestisce i depuratori del comprensorio pratese (impianti di Baciacavallo e Calice). In particolare, oggetto della sperimentazione è stato l'impianto di Calice, situato al confine con la provincia di Pistoia.

L'acqua proveniente dal depuratore è stata sottoposta ai seguenti trattamento supplementari:

- filtrazione su sabbia;
- dosaggio di acido per acetico;
- disinfezione con raggi UV.

Risultati

I trattamenti supplementari descritti si sono rivelati efficaci per controllare la torpidità e la carica batterica ma non hanno effetto sulla salinità, caratteristica dei reflui tessili (la salinità è un fattore negativo per la crescita delle piante).

La sperimentazione è stata condotta con 3 diverse specie di piante ornamentali (fotinia, viburno, eponimo) e con 2 diverse tecniche di irrigazione (a goccia e a pioggia).

I risultati indicano che lo sviluppo di viburno e eponimo non è stato diverso rispetto a quello ottenuto con acqua di pozzo mentre le foglie della fotinia sono risultate danneggiate quando si è usata la tecnica di irrigazione a pioggia; tuttavia, la fotinia non ha mostrato differenze di sviluppo (rispetto alle piante irrigate con acqua di pozzo) quando si è usata la tecnica a goccia.

5.2 PRAI- PROGRAMMA REGIONALE DI AZIONI INNOVATIVE

Di seguito sono indicati i progetti finanziati dalla Regione Toscana con decreto n. 4230 del 09/08/2002 in base al Programma Regionale di Azioni Innovative (PRAI).

5.2.1 **Innovazione e trasferimento di tecnologie per la realizzazione di prodotti tessili diversificati e per la riduzione dell'impatto ambientale dei processi produttivi del comparto tessile; diffusione dell'innovazione all'interno di una rete strutturata per il settore**

Informazioni generali

- *Acronimo:* 3T-NET
- *Titolo Progetto:* Innovazione e trasferimento di tecnologie per la realizzazione di prodotti tessili diversificati e per la riduzione dell'impatto ambientale dei processi produttivi del comparto tessile; diffusione dell'innovazione all'interno di una rete strutturata per il settore
- *Proponente:* Tecnotessile Soc. Nazionale di Ricerca Tecnologica r.l.
- *Abstract:* Il progetto è articolato su due linee di ricerca parallele: nuovi processi di finissaggio per filati e tessuti con l'impiego di tecnologie innovative quali l'irraggiamento con microonde e l'applicazione delle nanotecnologie e tecnologie di trattamento avanzato delle acque di scarico industriali. Ad animare il coinvolgimento dei partner e del sistema locale sono previste diverse attività cosiddette "di rete".
- *Azione:* 2
- *Data Inizio/Fine:* 1 ottobre 2002 / 31 dicembre 2003
- *Spese ammissibili:* 537.002 Euro
- *Quota finanziamenti totali:* 419.890 Euro
- *Parole chiave:* finissaggi innovativi, depurazione reflui tessili, trasferimento tecnologico, disseminazione risultati
- *Settore:* Tessile/Abbigliamento
- *Partner:*
 - CE.SE.CA - Centro servizi Calzaturiero;
 - Colorobbia Italia S.p.A;
 - Confartigianato di Prato;
 - Fildrop S.r.l.;
 - Lanificio F.lli Bacci S.p.A;
 - ME.RO;
 - Milteco S.p.A;
 - Ent-Art Polimoda;
 - Rifinizione S. Stefano S.p.A;
 - Rifinizione Vignali S.p.A;
 - Tecnocom S.r.l.;
 - Unione Industriale Pratese;
 - Università di Firenze, Dipartimento di Sanità Pubblica;
 - Università di Pisa, Dipartimento di Fisica;
- *Persona di contatto:* Ing. Manuele Marcucci
Dott. Enrico Venturini
Tecnotessile Società Nazionale di Ricerca Tecnologica r.l.
Via del Gelso, 13 59100 Prato
Tel. 0574 634040
Fax 0574 634045
e-mail: tecnotex@tecnotex.it
- *Sito web:* www.tecnotessile.net/3tnet

Il Contributo agli obiettivi del programma

Il coinvolgimento delle aziende tessili potenziali beneficiarie dei risultati del progetto pilota nella fase di diffusione dei risultati dovrà portare alla sensibilizzazione delle stesse verso l'adozione delle tecnologie innovative. Sono previsti momenti di dimostrazione pratica dei vantaggi dell'adozione della tecnologia sperimentata.

Successivamente a queste attività, verrà stimolata la prosecuzione degli studi delle tecnologie sperimentate, tramite nuovi progetti di R&S o investimenti ad alto valore aggiunto.

Il Contesto

In un momento in cui la crisi del settore tessile è evidente e in cui le modifiche intervenute nel mercato mondiale hanno portato alla perdita di competitività delle aziende toscane, il sistema moda si trova sempre più in affanno e l'attenzione verso la salvaguardia delle risorse naturali esauribili sta prendendo sempre più campo.

Il sistema locale presenta ancora prodotti tecnologicamente non avanzati, raramente realizzati in un'ottica di co-makership, non investe sulla qualità del prodotto e del servizio, presenta scarsa diversificazione del prodotto. Questi rappresentano ancora gli attuali svantaggi nei confronti della concorrenza internazionale.

Gli Obiettivi

- Sviluppo di nuovi processi di finissaggio per filati e tessuti per ottimizzare l'efficienza e l'omogeneità nel trasferimento di energia ed impartire particolari proprietà funzionali a costi ridotti e con basso impatto ambientale;
- Sviluppo di tecnologie di trattamento avanzato delle acque di scarico industriali tramite ossidazione chimica con ozono ed ossidazione biologica integrata con processo a membrana. Verranno realizzati due prototipi per la verifica della trasferibilità delle tecnologie studiate alla scala industriale, sia dal punto di vista tecnico che economico;
- Trasferimento delle tecnologie sperimentate ed animazione della rete di partner.

Le Attività principali

Saranno svolte ricerche e valutazioni dello stato dell'arte tecnologico e delle principali soluzioni esistenti relative alle tecnologie individuate come priorità di intervento per il progetto. In un momento successivo saranno effettuate prove di laboratorio e su impianti pilota installati presso le aziende partner del progetto per verificare le prestazioni e la qualità delle tecnologie oggetto delle campagne sperimentali. Inoltre saranno svolte attività di disseminazione relative ai risultati ottenuti e delle metodologie utilizzate e di incentivazione alla partecipazione a programmi di R&S.

I Risultati attesi

- Trasferimento di tecnologie a favore delle imprese;
- Incremento della sensibilità dell'impresa verso aspetti funzionali del prodotto o legati a tecnologie avanzate;
- Quadro dettagliato domanda/offerta di tecnologie per il settore;
- Modelli organizzativi aziendali;
- Aumento coesione delle aziende tessili;
- Animazione per la partecipazione a programmi di R&S;
- Diffusione delle tecnologie messe a punto per il settore;
- Interazione con reti costituite per gli altri P.R.A.I.

6 BIBLIOGRAFIA

- EcoMondo 2003 Rimini. F. Cecchi, L. Innocenti, D. Bolzonella: *Digestione anaerobica e compostaggio di rifiuti solidi urbani e /o fanghi da impianti di trattamento acque reflue.*
- EcoMondo 2003 Rimini. G. Mininni, A.C. Di Pinto, R. Passino: *Le strategie nella gestione dei fanghi di depurazione alla luce dei decreti legislativi 22/97, 152/99 e 258/2000.*
- EcoMondo 2003 Rimini. G. Mininni: *Aspetti innovativi del trattamento dei fanghi di depurazione finalizzati alla prevenzione.*
- EcoMondo 2003 Rimini. F. Degli Atti, N. Di Franco: *IPPC e prevenzione nella produzione di rifiuti industriali: analisi dei BREFs.*
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): *Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry.* November 2002
- *Ambiente: n°5 Maggio 2003*
- EcoMondo 2003 Rimini. L. Masotti: *Il riuso industriale delle acque reflue depurate.*
- EcoMondo 2003 Rimini. D. Mattioli, L. De Florio, A. Giordano: *Textile industry effluents treatability for reuse. Experience of the TOWEF0 project.*
- EcoMondo 2003 Rimini. D. Fontana: *L'estrazione e il recupero di coloranti impiegati nell'industria tessile tramite "Polyethylene Glicol-Based Aqueous Biphasic Systems": uno studio preliminare.*
- EcoMondo 2003 Rimini. P. Matini, S. Nesti, R. Rolli, P. Matteazzi: *Nuove strategie per il riciclaggio di prodotti tessili.*
- EcoMondo 2003 Rimini. IRENE: Italian Relay Centre North East *"L'Ambiente e il Tessile: Risultati di Ricerca e opportunità tecnologiche per l'Europa"*.

Siti WEB

- <http://www.recycle.net/recycle>
- <http://www.eurekarecycled.com>
- <http://www.texnet.it/tessile>
- <http://www.pianetatessile.it>
- <http://www.textilecomo.com>
- <http://www.acimit.it>
- <http://www.cert.tvtecnologia.it>
- <http://www.textileweb.com>
- <http://www.recycledtextiles.com>
- <http://www.apec-vc.or.jp>
- <http://www.epa.gov>
- <http://www.europa.eu.int/comm/life>
- <http://www.caddet-re.org>
- <http://www.itut.de>
- <http://www.cordis.lu>
- <http://www.enviroaccess.ca>
- <http://www.environet.ea.gov.au>
- <http://www.eco-web.com>
- <http://www.greentie.org>
- <http://www.iges.or.jp>
- <http://www.iswa.org>
- <http://www.unep.or.jp/maestro2>
- <http://www.nett21.gec.jp>
- <http://www.oceta.on.ca>
- <http://www.undp.org>