

d'eco

gestió

manuales

Prevenció de la contaminació en la tintura, estampació i acabats tèxtils

10



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient

Prevenció de la contaminació en la tintura, estampació i acabats tèxtils

Prevenció de la contaminació en la tintura, estampació i acabats tèxtils



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient

BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP:

Prevençió de la contaminació en la tintura, estampació i acabats tèxtils. - (Manuals d'ecogestió ; 10)

Bibliografia

ISBN 84-393-5931-4

I. Catalunya. Departament de Medi Ambient II. Col·lecció:

Manuals d'ecogestió ; 10

1. Indústria tèxtil - Aspectes ambientals

677.057:504.064

Prevençió de la contaminació en la tintura, estampació i acabats tèxtils
Manuals d'ecogestió, 10

© Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
<http://www.gencat.net/mediamb/>

Primera edició: desembre 2002
Tiratge: 500 exemplars

Compaginació: ALTÉS arts gràfiques, s.l.
Impressió: Gràfiques APR
Redacció: Ecoindustria y Estrategia Medioambiental, SA

Coordinació tècnica: Centre per a l'Empresa i el Medi Ambient, SA

Aquesta publicació ha estat feta amb paper ecològic mat de 125 g
i les cobertes en cartolina ecològica mat de 240 g.

DL: B. 47.822-2002
ISBN: 84-393-5931-4



Sumari

Presentació	9
Pròleg	11
1. Introducció	13
2. Resum executiu	14
2.1. Processos de tintura i acabats	15
2.2. Processos d'estampació	24
2.3. Processos d'acabat	25
2.4. Oportunitats de prevenció de la contaminació	25
2.5. Conclusions i recomanacions	27
3. Situació de la indústria tèxtil a Catalunya	30
3.1. Dades generals de la indústria tèxtil a Catalunya	30
3.2. Aspectes ambientals de la indústria tèxtil a Catalunya	37
4. Descripció dels processos de tintura, estampació i acabats	43
4.1. Ennobliment tèxtil	43
4.2. Processos de tintura i acabats	45
4.2.1. Preparació	45
4.2.2. Descripció del procés de tintura	46
4.2.3. Colorants utilitzats en el procés de tintura	49
4.2.4. Processos de correcció de color	54
4.2.5. Descripció del procés d'acabat	55
4.2.6. Tipus de subprocessos d'acabat	55
4.2.6.1. Acabats mecànics	55
4.2.6.2. Aprestos	56
4.3. Principals processos de tintura i acabats	57
4.3.1. Tintura de fibres i filats	57
4.3.1.1. Cotó i barreges	57

4.3.1.2.	Llana i barreges	61
4.3.1.3.	Cel·lulòsiques i barreges	64
4.3.1.4.	Sintètiques i barreges	65
4.3.2.	Tintura i acabats de teixits	67
4.3.2.1.	Cotó i barreges	67
4.3.2.2.	Llana i barreges	71
4.3.3.	Tintura i acabats de gènere de punt	76
4.3.3.1.	Cotó i barreges	76
4.3.3.2.	Llana i barreges	76
4.3.3.3.	Cel·lulòsiques i barreges	79
4.4.	Processos d'estampació i acabats	81
4.4.1.	Descripció dels processos d'estampació	81
4.4.2.	Pastes colorants utilitzades en el procés d'estampació	82
4.4.3.	Principals operacions del procés d'estampació	83
4.4.4.	Altres processos d'estampació	84
4.4.5.	Acabats de teixits estampats	85
4.5.	Consum de recursos	87
5.	Identificació i descripció de corrents residuals	92
5.1.	Principals corrents residuals generats pels processos mateixos	92
5.1.1.	Tintura de fibres i filats	92
5.1.1.1.	Cotó i barreges	92
5.1.1.2.	Llana i barreges	96
5.1.1.3.	Cel·lulòsiques i barreges	99
5.1.1.4.	Sintètiques i barreges	100
5.1.2.	Tintura i acabat de teixits	102
5.1.2.1.	Cotó i barreges	102
5.1.2.2.	Llana i barreges	106
5.1.3.	Tintura de gèneres de punt	110
5.1.3.1.	Cotó i barreges	110
5.1.3.2.	Llana i barreges	111
5.1.3.3.	Cel·lulòsiques i barreges	113
5.1.4.	Estampació i acabat de teixits i gèneres de punt	116
5.2.	Principals corrents residuals associats	119
5.2.1.	Aigües residuals	119
5.2.2.	Residus	119
5.2.3.	Emissions a l'atmosfera	120
5.3.	Altres corrents residuals	120
5.3.1.	Aigües residuals	120
5.3.2.	Residus	121
5.3.3.	Emissions a l'atmosfera	121
5.4.	Principals productes contaminants en les aigües residuals	121

6. Oportunitats de prevenció de la contaminació	123
6.1. Possibilitats de reducció en origen	123
6.1.1. Substitució de matèries primeres	123
6.1.1.1. Selecció de noves games de colorants reactius	123
6.1.1.2. Substitució de lubricants convencionals per olis hidrosolubles en la fabricació de teixit de punt	125
6.1.1.3. Substitució de tensioactius per tensioactius biodegradables	127
6.1.1.4. Substitució del procés de tintura de llana per cromatatge posterior pel procés de tintura amb colorants reactius	128
6.1.1.5. Nous colorants sulfurosos seleccionats	129
6.1.1.6. Nou sistema oxidant de tintures amb colorants sulfurosos	130
6.1.1.7. Noves fórmules de banys reductors després de la tintura de polièster amb colorants dispersos	131
6.1.2. Noves tecnologies	132
6.1.2.1. El procés Econtrol per a la tintura de teixits cel·lulòsics amb colorants reactius seleccionats	132
6.1.2.2. Colorite	137
6.1.2.3. Recuperació i reutilització de pastes d'estampació	138
6.1.2.4. Tractament reductor després de la tintura de polièster amb colorants dispersos en el mateix bany de tintura	140
6.1.2.5. Màquina de tintura jet-overflow amb moviment del teixit mitjançant un sistema aire-aigua	141
6.1.2.6. Liposomes com a auxiliars per a la tintura de la llana	142
6.1.2.7. Rentatge de teixits de punt elàstics abans del procés de termofixat	144
6.1.2.8. Acabat de fàcil cura baix en formaldehid	145
6.1.2.9. Procés de biodescruatge de teixits de cotó i de les seves barreges en processos discontinus tipus over-flow	147
6.1.2.10. Pretractament del cotó amb agents de cationització	150
6.1.2.11. Realització de mostres per estampació digital	151
6.1.2.12. Tecnologia d'estampació per transferència	152
6.1.2.13. Sistemes d'aplicació mínima d'aprests	154
6.1.3. Bones pràctiques	155
6.1.3.1. Substitució de parafina convencional per parafina sintètica en la fórmula d'encolatge de fils d'ordit de cel·lulosa i les seves barreges amb fibres químiques	155
6.1.3.2. Desmineralització i desencolatge de teixits de calada de cotó pel sistema pad-batch	156
6.1.3.3. Rentatge i tintura de teixits de punt de polièster en un bany únic	157
6.1.3.4. Desencolatge, descruatge i blanqueig de teixits de cotó en única etapa	158

6.1.3.5. Estampació amb pigments	160
6.1.3.6. Altres bones pràctiques	161
6.2. Possibilitats de reciclatge en origen	164
6.2.1. Reciclatge en origen	164
6.2.1.1. Substitució dels productes d'encolatge tipu midó per encolants sintètics i hidrosolubles en l'encolatge d'ordits per a la fabricació de teixits de calada	164
6.2.1.2. Tecnologia de membranes per al reciclatge de les aigües residuals	165
6.3. Possibilitats de valorització	166
6.4. Quadre resum dels beneficis ambientals de les oportunitats de prevenció de la contaminació	167
7. Casos pràctics	169
8. Propostes i conclusions finals	177
Bibliografia	181

Presentació

La incorporació del medi ambient com a factor estratègic en el desenvolupament de les empreses és, en aquests començaments del segle i juntament amb l'aportació de les noves tecnologies, una de les característiques més significatives dels països capdavanters.

A Catalunya, aquesta gestió mediambiental integrada demana una especial atenció a tot el que gira al voltant del vector aigua, un recurs que al nostre país és escàs i necessita la gestió més eficient i sostenible que la societat pugui donar. D'aquí que el cicle de l'aigua constitueixi un dels principals eixos de la política de govern de la Generalitat; una prioritat que, per ser plenament efectiva, necessita, de forma simultània amb les inversions públiques i els instruments econòmics, tot un seguit de canvis en les pautes de consum dels ciutadans i les empreses.

A més, per a molts sectors, l'aigua representa l'eix sobre el qual es reflectirà la millor o pitjor gestió que es faci dels altres vectors ambientals (residus i emissions). Un d'aquests sectors és el de la tintura, l'estampació i els acabats tèxtils, al qual va adreçat aquest manual.

El seu contingut, que recull tecnologies provades i exemples d'ecoeficiència duts a terme en empreses catalanes, no és una aproximació teòrica a la relació entre l'empresa i el medi ambient, sinó que es basa en les experiències de diferents unitats del Departament de Medi Ambient, el treball d'experts i les aportacions del propi sector i constitueix una eina de treball imprescindible per a les empreses del sector de la tintura, l'estampació i els acabats tèxtils que vulguin descobrir aquestes oportunitats, que els han d'ajudar en la seva millora mediambiental i empresarial.

Victor Macià
Gerent del Centre per a l'Empresa i el Medi Ambient, S.A.

Pròleg

Tenim a les nostres mans aquest Manual d'ecogestió, que enfoca la prevenció com una eina primordial de comandament del medi ambient i que, alhora, respon als principis i drets fonamentals per al desenvolupament de les persones. Prevenir és aplicar un conjunt de mesures destinades tant a evitar els efectes que posteriorment caldria corregir (mitjançant equipaments i tecnologies sovint tan onerosos o més que la prevenció mateixa) com a no transferir el medi alterat a un altre medi.

Avui, en el nostre país tenim un ampli desplegament de normativa mediambiental que procedeix de molts estaments diferents, des de la Unió Europea fins a l'àmbit municipal, i tota aquesta normativa emfatitza la prevenció. A tal efecte, cal ressaltar la resposta i l'esforç que han dut a terme els sectors de la tintura, l'estampació i els acabats tèxtils envers el medi ambient, els quals no el gestionen solament com una despesa de manera eficient sinó que, a més, el consideren un element de diferenciació i competitivitat, i incorporen als seus productes etiquetes que identifiquen el comportament respectuós envers el medi ambient.

En aquest sentit, cal agrair que les administracions s'hagin preocupat de promoure i difondre tecnologies netes, les quals pretenen reduir el nivell d'emissions i millorar la rendibilitat dels processos dins d'un àmbit en el qual els aspectes tècnics, econòmics i ambientals siguin compatibles i eficients.

Ara disposem d'un Manual d'ecogestió específic, que afronta la realitat complexa dels sectors de la tintura, l'estampació i els acabats tèxtils, on predominen les petites i mitjanes empreses i se singularitzen, tant per la diversitat de processos com per la seva intervenció, en les diferents fases del procés manufacturer, segons sigui l'estat dels gèneres a operar —en massa, fil, teixit, peça, etc. Doncs bé, aquest document presenta i posa a l'abast de les empreses alternatives mediambientals a fi de poder-les aplicar en els seus processos, amb l'objectiu de reduir i minimitzar la contaminació en origen.

En definitiva, el repte d'una major eficiència empresarial i ambiental s'ha d'assolir mitjançant la pràctica d'una gestió diària.

Amadeu Cazador

President de la Federació Nacional d'Acabadors, Estampadors i Tintorers Tèxtils

1

Introducció

El sector tèxtil inclou gran diversitat d'activitats. A continuació, es presenta una de les agrupacions possibles per subsectors:

- Rentatge i pentinada de la llana i el pèl
- Preparació i filada de fibres (filatura)
- Fabricació de teixits tèxtils
- Fabricació de gènere de punt
- Tintura de tèxtils
- estampació de tèxtils
- Acabat de tèxtils
- Fabricació de peces de vestir (confecció)
- Fabricació de catifes i moquetes
- Fabricació de cordes, cordills, xarxes, etc.
- Fabricació de teixits no teixits.

Aquesta varietat d'activitats, juntament amb la diversitat i combinacions de fibres existents, amb els requisits de manipulació que cadascuna exigeix i la constant variació de la demanda exercida pels mercats, sotmesos als dictàmens de la moda, fan que el sector tèxtil sigui un sector dinàmic i de gran interès, però també de gran complexitat i que evoluciona constantment.

És per aquestes raons que s'ha considerat imprescindible fixar clarament l'abast del present manual, que s'ha restringit als subsectors de tintura, estampació i acabats tèxtils, altrament coneguts com a *ram de l'aigua*, per considerar-los els de major rellevància a Catalunya i, també, per tractar-se d'activitats amb efectes significatius sobre el medi ambient, tant en el consum de recursos, especialment l'aigua, com en la generació de contaminació, especialment aigües residuals.

Per a aquests subsectors, s'han considerat les fibres de cotó, de llana, les cel·lulòsiques i les sintètiques, així com les seves barreges, ja sigui en forma de fil com en forma de teixit o de gènere de punt.

En els capítols següents es descriuen breument els subsectors tèxtils estudiats a Catalunya, els principals processos de cadascun, els principals corrents residuals generats i les oportunitats de prevenció de la contaminació detectades, així com alguns casos pràctics d'empreses ubicades a Catalunya que han implantat amb èxit pràctiques, equipaments o tecnologies que permeten prevenir la contaminació.

2

Resum executiu

El sector tèxtil ha tingut sempre una gran importància en l'estructura econòmica de Catalunya. Va constituir la base del procés d'industrialització del país i, l'any 1955, aportava gairebé el 50% del Producte Industrial Brut (PIB). A mesura que altres sectors productius van anar desenvolupant-se, l'aportació al PIB del sector tèxtil (inclosa la confecció i el sector del cuir) va anar disminuint fins a arribar, l'any 1995, al 9,6%. El sector tèxtil a Catalunya va patir una profunda crisi durant el període 1992-1993. La recuperació es va iniciar l'any 1994 i va continuar durant els anys 1995 i 1996 i, molt especialment, durant el període 1997-1998, atesa la recuperació general de l'economia espanyola. A partir de l'any 2001, però, s'ha observat una certa desacceleració, que també ha afectat el tèxtil català. Les previsions econòmiques per a l'any 2002, doncs, s'han hagut de revisar a la baixa.

D'acord amb l'Institut Català d'Estadística, l'any 2000, el sector tèxtil (inclosa la confecció i el sector del cuir) va aportar globalment al PIB de Catalunya un 7,5%, mentre que el subsector de tintura, acabats i estampació va aportar un 0,7%. Aquest mateix any, el nombre d'establiments d'aquest subsector era de 649 (un 6,2% més que l'any 1999), el nombre de persones ocupades era d'11.000 (un 12,2% més que l'any 1999) i el volum de negoci era de 796,3 M€ (un 28,8% més que l'any 1999).

L'any 1997, la distribució geogràfica de l'ocupació del subsector de tintura, acabats i estampació era: 35% al Vallès Occidental, 22% al Maresme, 10% al Baix Llobregat, 9% al Vallès Oriental i 8% al Barcelonès.

Les petites i mitjanes empreses es poden considerar majoritàries ja que disposen de major flexibilitat. En els darrers anys, però, s'ha reduït el nombre d'empreses i ha disminuït la dimensió mitjana de les plantilles de les empreses que han sobreviscut.

Pel que fa a la gestió mediambiental de les empreses dels subsectors de tintura, acabats i estampació, val a dir que la pressió exercida des de la societat i l'Administració i la incorporació de criteris ambientals en la gestió empresarial han estat creixent durant els últims anys i això ha comportat importants inversions, ja sigui en sistemes per prevenir o per controlar la contaminació. Pel que fa als costos relacionats amb la gestió ambiental, i a excepció dels costos de tractar les aigües residuals en origen, que poden variar de forma significativa segons el tipus de tractament, es pot considerar que els més importants són els corresponents a taxes sobre con-

sum i abocament d'aigua (aproximadament 9,8 M€ l'any 2001¹, en concepte de cànon de l'aigua) i els corresponents a la gestió de residus (aproximadament 1,6 M€ l'any 2000²).

La descripció dels subsectors de tintura, estampació i acabats s'ha limitat a:

- Tintura de fibres i filats de cotó, llana, cel·lulòsiques i sintètiques, i barreges de cadascuna amb altres fibres
- Tintura i acabats de teixits de cotó, llana i barreges d'ambdós materials amb altres fibres
- Tintura i acabat de gènere de punt de cotó, llana, cel·lulòsiques i barreges de cadascuna amb altres fibres
- Estampació de cotó, llana, cel·lulòsiques i sintètiques, i barreges de cadascuna amb altres fibres.

2.1. Processos de tintura i acabats

Prèviament al procés de tintura, cal que la fibra o el teixit siguin preparats. Els processos de preparació són diversos, segons el tipus de fibra de què es tracti. A continuació, es presenten, en forma de taula, els processos més habituals, així com els reactius utilitzats i els corrents residuals generats:

Taula 1

Matèria Primera	Etapes de Pretractament	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
FIBRES					
Cotó i barreges	Descruatge	<ul style="list-style-type: none"> • NaOH • Detergents • Hidrosulfit sòdic • Agents quelants 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Alcalinitat • Brutícia fibres 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors alcalins
	Merceritzatge	<ul style="list-style-type: none"> • NaOH • Humectants aniònics • HCl / H₂SO₄ 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcalinitat 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors alcalins • Aerosols
	Blanqueig químic i òptic	<ul style="list-style-type: none"> • H₂O₂ / NaClO₂ • Tampó de pH • Blanquejadors òptics 	<ul style="list-style-type: none"> • Agents oxidants • AOX • DQO 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors • Aerosols

¹ Estimació a partir de dades proporcionades per l'Agència Catalana de l'Aigua i el Consell Intertèxtil Espanyol.

² Estimació a partir de dades proporcionades per la Junta de Residus i per empreses gestores de residus.

Matèria Primera	Etales de Pretractament	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
Llana i barreges	Tractaments especials antienfetre	• Clor gas	• Acidesa • AOX • Agents oxidants	—	• Vapors • Aerosols • Clor
		• Hipoclorit sòdic • Àcid fòrmic			
		• Sulfat sòdic • Permanganat potàssic • Bisulfit sòdic	• Acidesa • Agents oxidants / reductors		• Vapors • Aerosols
		• Àcid permonosulfúric • Sulfit sòdic	• DQO		
	Desgreixatge	• Carbonat sòdic • Detergents • Tensioactius no iònics	• Basicitat • DQO • Conductivitat	—	• Vapors • Aerosols
	Blanqueig químic i òptic	• SO ₂ líquid o gas / àcid sulfurós • Blanquejadors òptics	• Agents reductors • DQO	—	• Vapors • Aerosols • SO ₂
• Peròxid d'hidrogen • Perborat sòdic • Blanquejadors òptics		• Agents oxidants • DQO	—	• Vapors • Aerosols	
Cel·lulòsiques	Descruatge	• Tensioactius aniónics • Carbonat sòdic • Àcid acètic / fòrmic	• DQO • Alcalinitat (si no es neutralitza)	—	• Vapors alcalins
	Blanqueig químic i òptic	• Peròxid d'hidrogen (Medi alcali)	• Agent oxidant • DQO	—	• Vapors • Aerosols
• Clorur sòdic • Blanquejador òptic (Medi àcid)					
Sintètiques	Descruatge	• Tensioactius aniónics • Carbonat sòdic • Àcid acètic / fòrmic	• DQO • Alcalinitat (si no es neutralitza)	—	• Vapors alcalins
	Vaporatge	—	—	—	• Vapor d'aigua • COV

Matèria Primera	Etapes de Pretractament	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
TEIXITS					
Cotó i barreges	Socarrimada	—	—	—	• Gasos de combustió
	Desencolatge (desaprest)	• Amilases • Cel·lulases • Persulfat sòdic • Detergents (Medi àcid o bàsic)	• DQO • DBO • Alcalinitat (generalment)	—	• Vapors
	Descruatge	• NaOH • Detergents • Hidrosulfit sòdic • Agents quelants	• DQO • Alcalinitat • Brutícia de les fibres	—	• Vapors alcalins
	Merceritzatge	• NaOH • Humectants aniònics • HCl / H ₂ SO ₄	• DQO • Alcalinitat	—	• Vapors alcalins • Aerosols
	Blanqueig químic i òptic	• NaClO ₂ / H ₂ O ₂ • Tampó de pH • Blanquejadors òptics	• Agents oxidants • AOX (si s'utilitza hipoclorit) • DQO	—	• Vapors • Aerosols
Llana i barreges	Carbonització	• Detergents • Humectants • Àcid inorgànic (HCl / H ₂ SO ₄) • Electròlit (NaCl / Na ₂ SO ₄)	• Acidesa / basicitat • DQO	• Partícules vegetals carbonitzades	• Vapors àcids • Gasos de combustió
	Rentatge químic	• Detergents • Electròlits	• Alcalinitat • DQO • Conductivitat	—	—
	Rentatge amb dissolvents	• Percloroetilè • Tricloroetilè	• Emulsions greixoses • AOX (PER i TRI) • Toxicitat	• PER i TRI esgotats • Cues de destil·lació de PER i TRI	• Vapors de PER i TRI
	Termofixació	—	—	—	• Vapor d'aigua • COV
	Batanatge	• HCl / H ₂ SO ₄	• Acidesa • DQO	• Borres (fibres curtes)	—
• Detergent		• Basicitat • DQO			

Matèria Primera	Etales de Pretractament	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
	Fixació	• Vapor	—	—	• Vapor d'aigua
	Blanqueig químic i òptic	• SO ₂ líquid o gas / àcid sulfurós • Blanquejadors òptics	• Agents reductors • DQO	—	• Vapors • Aerosols • SO ₂
		• Peròxid d'hidrogen • Perborat sòdic • Blanquejadors òptics	• Agents oxidants • DQO		• Vapors • Aerosols
GÈNERES DE PUNT					
Cotó i barreges	Descruatge	• NaOH • Detergents • Hidrosulfit sòdic • Agents quelants	• DQO • Alcalinitat • Brutícia de les fibres	—	• Vapors alcalins
	Merceritzatge	• NaOH • Humectants aniònics • HCl / H ₂ SO ₄	• DQO • Alcalinitat	—	• Vapors alcalins • Aerosols
	Blanqueig químic i òptic	• H ₂ O ₂ • Tampó de pH • Blanquejadors òptics	• Agents oxidants • AOX (si s'utilitza hipoclorit) • DQO	—	• Vapors • Aerosols
Llana i barreges	Rentatge / desgreixatge	• Detergents • Electrolits	• Alcalinitat • DQO • Conductivitat	—	—
	Rentatge amb dissolvents	• Percloroetilè • Tricloroetilè	• Emulsions greixoses • AOX (PER i TRI) • Toxicitat	• PER i TRI esgotats • Cues de destil·lació PER i TRI	• Vapors de PER i TRI
	Blanqueig químic i òptic	• SO ₂ líquid o gas / àcid sulfurós • Blanquejadors òptics	• Agents reductors • DQO	—	• Vapors • Aerosols • SO ₂
• Peròxid d'hidrogen • Perborat sòdic • Blanquejadors òptics		• Agents oxidants • DQO	• Vapors • Aerosols		
Cel·lulòsiques i barreges	Descruatge	• NaOH • Detergents	• DQO • Alcalinitat	—	• Vapors alcalins
	Blanqueig químic i òptic	• H ₂ O ₂ / NaClO ₂ • Tampó de pH • Blanquejadors òptics	• Agents oxidants • AOX (si s'utilitza hipoclorit) • DQO	—	• Vapors • Aerosols

Pel que fa als processos de tintura, hi ha gran diversitat de colorants, auxiliars i productes químics utilitzats, segons la fibra i el color desitjat. La taula següent resumeix la influència de l'operació de tintura sobre el medi ambient:

Taula 2

Matèria Primera	Colorants	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
FIBRES					
Cotó i barreges	Directes	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Igualadors 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors
	Azoics insolubles	<ul style="list-style-type: none"> • Humectants o detergents • Àcids 			
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> • Agent reductor • Electròlit neutre • Humectant • Agent oxidant • Detergent • Acetat sòdic 			
	Tina	<ul style="list-style-type: none"> • NaOH • Hidrosulfit sòdic • Electròlit neutre • Humectants • Igualadors • Oxidants • Detergent 			
	Reactius	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre (NaCl o Na₂SO₄) • Humectants • Àlcali (NaOH, NaHCO₃ o Na₂CO₃) 			
Llana i barreges	Àcids	<ul style="list-style-type: none"> • Igualadors • Àcid acètic / fòrmic • Sulfat amònic • Sulfat sòdic 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors
	Premetalitzats	<ul style="list-style-type: none"> • Detergents • Àcid acètic • Igualadors 			
	Àcids cromatables	<ul style="list-style-type: none"> • Sals de crom 			

Matèria Primera	Colorants	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
	Reactius	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Àlcali (NaOH, NaHCO₃ o Na₂CO₃) 			
Cel·lulòsiques	Reactius	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Àlcali (NaOH, NaHCO₃ o Na₂CO₃) 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats (conductivitat, per exemple) 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors • Aerosols
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> • Agent reductor • Electròlit neutre • Humectant • Agent oxidant • Detergents • Acetat sòdic 			
Sintètiques	Àcids	<ul style="list-style-type: none"> • Igualadors • Àcid acètic / fòrmic • Sulfat amònic • Sulfat sòdic 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors • Aerosols
	Dispersos	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersants • Agent reductor 			
	Catiónics	<ul style="list-style-type: none"> • Àcid acètic / fòrmic • Retardadors catiónics o aniónics • Igualadors 			
TEIXITS					
Cotó i barreges	Directes	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Igualadors 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors
	Azoics insolubles	<ul style="list-style-type: none"> • Humectants o detergents • Àcids 			
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> • Agent reductor • Electròlit neutre • Humectants • Agent oxidant • Detergent • Acetat sòdic 			

Matèria Primera	Colorants	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
	Tina	<ul style="list-style-type: none"> • NaOH • Agent reductor • Electòlit neutre • Humectants • Igualadors • Oxidants • Detergent 			
	Reactius	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Àlcali (NaOH, NaHCO₃, Na₂CO₃) 			
	Catiónics	<ul style="list-style-type: none"> • Àcid acètic / fòrmic • Retardadors catiónics o aniónics • Igualadors 			
	Dispersos	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersants 			
	Àcids	<ul style="list-style-type: none"> • Igualadors • Àcid acètic / fòrmic • Sulfat amònic • Sulfat sòdic 			
	Premetalitzats	<ul style="list-style-type: none"> • Detergents • Àcid acètic • Igualadors • Sals amòniques 			
Llana i barreges	Àcids	<ul style="list-style-type: none"> • Igualadors • Àcid acètic / fòrmic • Sulfat amònic • Sulfat sòdic 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats (metalls, per exemple) 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors
	Premetalitzats	<ul style="list-style-type: none"> • Detergents • Àcid acètic • Igualadors • Sals amòniques 			
	Crom	<ul style="list-style-type: none"> • Sals de crom 			
	Catiónics	<ul style="list-style-type: none"> • Àcid acètic / fòrmic • Retardadors catiónics o aniónics • Igualadors 			
	Reactius	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Àlcali (NaOH, NaHCO₃ o Na₂CO₃) 			

Matèria Primera	Colorants	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
GÈNERES DE PUNT					
Cotó i barreges	Directes	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Igualadors 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors
	Azoics insolubles	<ul style="list-style-type: none"> • Humectants o detergents • Àcids 			
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> • Agent reductor • Electròlit neutre • Humectants • Agent oxidant • Detergent • Acetat sòdic 			
	Tina	<ul style="list-style-type: none"> • NaOH • Agent reductor • Electròlit neutre • Humectants • Igualadors • Oxidants • Detergent 			
	Reactius	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Àlcali (NaOH, NaHCO₃ o Na₂CO₃) 			
	Catiónics	<ul style="list-style-type: none"> • Àcid acètic / fòrmic • Retardadors catiónics o aniónics • Igualadors 			
	Dispersos	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersants 			
	Àcids	<ul style="list-style-type: none"> • Igualadors • Àcid acètic / fòrmic • Sulfat amònic • Sulfat sòdic 			
	Premetalitzats	<ul style="list-style-type: none"> • Detergents • Àcid acètic • Igualadors • Sals amòniques 			

Matèria Primera	Colorants	Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
Llana i barreges	Àcids	<ul style="list-style-type: none"> • Igualadors • Àcid acètic / fòrmic • Sulfat amònic • Sulfat sòdic 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats (metalls, per exemple) 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors
	Premetalitzats	<ul style="list-style-type: none"> • Detergents • Àcid acètic • Igualadors • Sals amòniques 			
	Crom	<ul style="list-style-type: none"> • Sals de crom • Igualadors 			
	Catònics	<ul style="list-style-type: none"> • Àcid acètic / fòrmic • Retardadors catònics o aniónics • Igualadors 			
	Reactius	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Àlcali (NaOH, NaHCO₃ o Na₂CO₃) 			
Cel·lulòsiques i barreges	Directes	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Igualadors 	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Contaminants específics segons els colorants utilitzats (metalls, per exemple) 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> • Agent reductor • Electròlit neutre • Humectant • Oxidant • Tensioactius • Acetat sòdic 			
	Tina	<ul style="list-style-type: none"> • NaOH • Agent reductor • Electròlit neutre • Humectants • Igualadors • Agent oxidant • Detergents 			
	Sulfurosos tipus soluble	<ul style="list-style-type: none"> • Agent reductor • Electròlit neutre • Humectant • Agent oxidant • Agent catiònic • Acetat sòdic 			
	Reactius	<ul style="list-style-type: none"> • Electròlit neutre • Humectants • Àlcali (NaOH, NaHCO₃ o Na₂CO₃) 			

2.2. Processos d'estampació

Prèviament al procés d'estampació, el teixit, igual que en el cas de la tintura, també s'ha de preparar. Hi ha diversos tipus d'estampació. A la taula següent es mostren els més habituals, així com les etapes posteriors a l'estampació, els productes químics més emprats habitualment i la seva influència sobre el medi ambient (ja sigui en el cas dels teixits o en el cas del gènere de punt).

Taula 3

Etapas de procés		Auxiliars/ Reactius	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
Estampació	Aerografia	<ul style="list-style-type: none"> • Colorants / pigments • Dissolvent orgànic • Resines • Emulsionant 	—	—	<ul style="list-style-type: none"> • Aerosols • COV (dissolvents)
	Corrosió	<ul style="list-style-type: none"> • Colorant • Espessidor • Auxiliars • Corrosius 	• Espessidors i productes no fixats a la fibra	• Restes de pastes	• COV
	Directa	<ul style="list-style-type: none"> • Colorant • Espessidors • Auxiliars 	• Espessidors i productes no fixats a la fibra	• Restes de pastes	• COV
	Pigmentària	<ul style="list-style-type: none"> • Pigments • Resines • Espessidors • Additius 	—	• Restes de pastes	• COV
Assecatge		—	—	—	• COV
Vaporatge		• Vapor	—	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors • COV
Rentatge		• Detergents	<ul style="list-style-type: none"> • DQO • Color • Metalls (estampació per corrosió) 	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapors • Aerosols • COV
Polimerització		—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> • Vapor d'aigua • COV

2.3. Processos d'acabat

Pel que fa als acabats, ja siguin teixits tenyits o estampats, cal distingir entre acabats mecànics i aprests químics. Els productes químics utilitzats i els corrents residuals generats depenen del tipus d'acabat desitjat, la qual cosa fa molt difícil generalitzar. A continuació es mostren, en forma de taula, els corrents residuals que es consideren més habituals:

Taula 4

Tipus d'acabat	Aigües residuals	Residus	Emissions a l'atmosfera
Mecànic	—	<ul style="list-style-type: none">• Fibres• Borres	<ul style="list-style-type: none">• Partícules i pols de fibres• COV
Químic	<ul style="list-style-type: none">• DQO• Contaminants específics segons els aprests utilitzats (AOX, tensio-actius, greixos, etc.)	<ul style="list-style-type: none">• Restes de banys d'acabat	<ul style="list-style-type: none">• COV

2.4. Oportunitats de prevenció de la contaminació

Es presenten, en forma de taula, les oportunitats més rellevants per prevenir la contaminació, classificades d'acord amb l'esquema següent:

POSSIBILITATS DE REDUCCIÓ EN ORIGEN

- Redisseny de productes
- Redisseny de processos
 - Substitució de matèries primeres
 - Noves tecnologies
 - Bones Pràctiques

POSSIBILITATS DE RECICLATGE EN ORIGEN

Taula 5

	Reducció en origen			Reciclatge en origen
	Substitució de matèries primeres	Noves tecnologies	Bones pràctiques	
Disminució del consum d'aigua	6.1.1.2 6.1.1.5 6.1.1.7	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.5 6.1.2.7 6.1.2.9 6.1.2.11 6.1.2.12 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.2.1.1 6.2.1.2 6.1.2.3
Disminució del consum d'energia	6.1.1.1 6.1.1.2	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.5 6.1.2.6 6.1.2.8 6.1.2.9 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.1.2.3
Disminució del consum de matèries primeres	6.1.1.1 6.1.1.5 6.2.1.1	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.6 6.1.2.10	6.1.3.1 6.1.3.4	6.2.1.1 6.1.2.3
Disminució de la càrrega contaminant de les aigües residuals	6.1.1.1 6.1.1.3 6.1.1.4 6.1.1.5 6.1.1.6 6.1.1.7 6.2.1.1	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.6 6.1.2.9 6.1.2.10 6.1.2.11 6.1.2.12 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.2.1.1 6.2.1.2 6.1.2.3
Disminució de les emissions a l'atmosfera	6.1.1.5	6.1.2.2 6.1.2.7 6.1.2.8	6.1.3.5 6.1.3.6	—
Disminució de la quantitat de residus generats	—	6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.11	6.1.3.6	6.1.2.3

	Reducció en origen			Reciclatge en origen
	Substitució de matèries primeres	Noves tecnologies	Bones pràctiques	
Millores per al sistema de depuració	6.1.1.1 6.1.1.3	6.1.2.2 6.1.2.3	—	6.1.2.3
Augment de la productivitat	6.1.1.1 6.1.1.2 6.1.1.4	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.4 6.1.2.6 6.1.2.7 6.1.2.9	6.1.3.3 6.1.3.4	—
Altres beneficis	—	6.1.2.8	—	—

2.5. Conclusions i recomanacions

Tal com s'ha descrit en capítols anteriors, però, els subsectors de tintura, acabats i estampació presenten una sèrie de característiques que determinen i condicionen la seva problemàtica ambiental. Aquestes característiques són:

- Matèria primera (fibres i teixits) procedent d'altres empreses, fins i tot d'altres països, i, amb freqüència, desconeixement dels productes químics que es poden haver utilitzat en fases anteriors de la seva manufactura i que poden afectar les fases posteriors del seu ennobliment
- Gran varietat de processos (un mateix establiment sol processar diversos tipus de fibres i teixits, amb uns mateixos equipaments o amb equipaments diferents, per obtenir gran varietat d'acabats i d'efectes finals)
- Processos ràpidament canviant en el temps (un mateix establiment sol variar el teixit o la fibra que utilitza com a matèria primera, així com els procediments d'ennobliment als quals els sotmet en funció de la demanda del mercat i dels dictàmens de la moda, per la qual cosa aquests procediments poden ser significativament diferents de temporada en temporada. A més, les mides de les partides que cal processar també poden canviar d'una temporada a una altra)
- Els processos poden ser en continu, semicontinu o discontinu, però sempre requereixen diverses etapes
- En les operacions de blanqueig i de tintura, és possible reoperar o afegir una mateixa partida fins a obtenir la qualitat desitjada. No succeeix el mateix amb els processos d'estampació i amb alguns d'aprest
- Gran part de les etapes són en humit i a temperatura elevada, la qual cosa implica consums importants d'aigua i energia

- Gran part de les etapes que utilitzen aigua en requereixen d'una determinada qualitat, per la qual cosa calen processos per condicionar l'aigua, com ara la descalcificació i/o l'osmosi inversa
- La gran varietat de processos existents en un mateix establiment obliga a manipular un elevat nombre de colorants, productes auxiliars i productes químics diferents.

Ateses aquestes característiques bàsiques, es generen les problemàtiques ambientals següents:

- Es consumeixen grans quantitats d'aigua i energia. Concretament a Catalunya, els subsectors en estudi van consumir, aproximadament, 25.475.768 m³ d'aigua (2001), 659.604 MW d'energia elèctrica (1998), 8.625.545.500 MJ d'energia tèrmica (1998), 5.117.046 m³ de gas natural (2000), 1.483 t de gasoil (2000) i 6.112 t de fueloil (2000)
- Es consumeixen força colorants, auxiliars i productes químics en funció de la tecnologia disponible. L'any 2000, els consums a Catalunya van ser: 6.394 t de colorants i pigments, 9.025 t de productes químics auxiliars, 14.996 t de sal, 18 t de dissolvents halogenats, 180 t de dissolvents no halogenats i 40.950 t d'altres productes químics, orgànics o inorgànics
- Es produeix un elevat cabal d'aigües residuals (19.711.723 m³ l'any 2000, que corresponen aproximadament al 90% del cabal consumit aquell mateix any) amb càrrega contaminant significativa. (Tot i que la càrrega contaminant de les aigües residuals generades depèn dels processos realitzats, els paràmetres que solen ser més significatius són la DQO, la conductivitat, l'AOX, la toxicitat i, en ocasions, el nitrogen)
- Es generen colorants (20,07 t de colorants i pigments líquids i 1,04 t de sòlids l'any 2000), auxiliars i productes químics caducats, atesa la gran varietat que un mateix establiment n'ha de manipular i els canvis en el seu nivell de consum d'una temporada a una altra
- Es generen gran quantitat d'envasos buits, corresponents a colorants, auxiliars i productes químics utilitzats durant el procés (402,08 t d'envasos buits i 61,74 t de material d'embalatge l'any 2000)
- S'emeten a l'atmosfera compostos orgànics volàtils, en cas que s'hagin utilitzat colorants i/o auxiliars que incorporen aquests compostos en la seva formulació.

Tanmateix, i tal com s'ha explicat en el capítol 6 i s'ha il·lustrat en el capítol dedicat a casos pràctics, aquesta situació permet implantar un gran nombre de millores per aconseguir prevenir la contaminació i l'estalvi de recursos naturals. A grans trets, tenint en compte la diversitat del sector i per poder mantenir la competitivitat de les empreses, la solució radica a implantar, en cada cas particular, la o les millores que es considerin més adequades d'entre totes les possibles. Una llista no exhaustiva d'aquestes millores és:

- Aïllar totes les conduccions i equipaments que treballen amb vapor o amb aigua calenta, a fi de minimitzar les pèrdues d'energia
- Estudiar les possibilitats existents per recuperar calor, ja sigui a partir de gasos calents, vapor o aigua calenta

- Estudiar la possibilitat de reduir el nombre d'etapes que es realitzen en humit mitjançant la realització de dues o més etapes en un mateix bany. Així, se sol aconseguir, no només reduir el consum d'aigua i d'energia, sinó també d'auxiliars i de productes químics
- Optimitzar els processos i els equipaments per reduir les relacions de bany utilitzades i minimitzar, així, el consum d'aigua
- Implantar el control automatitzat de las variables crítiques de procés per minimitzar els índexs de reoperacions i afegiments, amb la qual cosa no només s'estalvia aigua, energia, colorants i productes químics, sinó que es pot augmentar la productivitat de l'establiment
- Automatitzar la preparació de banys de tintura, pastes d'estampació i aprests mitjançant les cuines automàtiques de colors i la dosificació automàtica d'auxiliars per minimitzar potencials errades que repercutirien en un major índex de reoperacions i afegiments
- Estudiar les possibilitats de reutilitzar les aigües residuals en determinats processos com, per exemple, algunes esbandides
- Estudiar les possibilitats de reciclar en origen alguns banys, alguns aprests i restes de pastes d'estampació
- Optimitzar les operacions de neteja de màquines i estris
- Reduir, en la mesura que sigui possible, la varietat de colorants, auxiliars i productes químics que s'utilitzen; i emmagatzemar-ne i controlar-ne els estocs correctes per reduir la generació de productes caducats o en mal estat que han de ser gestionats com a residus
- Adequar el volum dels envasos en els quals s'adquireixen colorants, auxiliars i productes químics al nivell de consum de cada producte. Quan el consum és elevat, interessa disposar d'instal·lacions per rebre el producte a granel, ja que així s'evitarà que es generin envasos bruts.

No obstant, per portar a terme algunes d'aquestes opcions, caldrà substituir determinades matèries primeres, adquirir una determinada instal·lació i/o implantar una determinada nova tecnologia (tal com es detalla en el capítol 6) que, tot i que poden ser objectius interessants en si mateixos pels beneficis ambientals que comporten, també poden ser requisits per aconseguir objectius més globals.

Caldrà que l'anàlisi de la viabilitat econòmica de les diferents alternatives existents es faci per a cada cas particular, ja que les inversions que es requeriran dependran de la tecnologia preexistent en cada empresa.

En qualsevol cas, caldrà que la implantació de qualsevol de les opcions abans esmentades i, especialment, quan es tracta de substituir matèries primeres o modificar processos, vagi acompanyada d'una tasca d'informació i formació dels empleats perquè s'obtinguin i es mantinguin els beneficis ambientals desitjats sense que ni la qualitat del producte ni la productivitat de l'establiment es vegin afectades.

3

Situació de la indústria tèxtil a Catalunya

El present capítol s'ha elaborat amb la informació subministrada per diferents organismes vinculats al Departament de Medi Ambient (Agència Catalana de l'Aigua i Junta de Residus) i al sector tèxtil mateix (Centre d'Informació Tèxtil i de la Confecció (CITYC), Consell Intertèxtil Espanyol), així com a partir de bibliografia diversa.

3.1. Dades generals de la indústria tèxtil a Catalunya

D'acord amb el balanç del CITYC per a l'any 2001, Espanya representa, dins la Unió Europea, una desena part del conjunt europeu i ocupa la cinquena posició dins el conjunt dels països comunitaris després d'Alemanya, Itàlia, Regne Unit i França. L'activitat tèxtil de filatura i teixidoria està fortament concentrada a Catalunya (65% aproximadament) i a la Comunitat Valenciana (25% aproximadament) mentre que la confecció i el gènere de punt es poden considerar més distribuïts per tot el territori espanyol.

La mateixa font indica que les petites i mitjanes empreses (PIME) es poden considerar majoritàries, ja que disposen d'una major flexibilitat per respondre a les evolucions del fenomen de la moda. D'acord amb el Departament d'Indústria, Comerç i Turisme, però, el sector tèxtil ha sofert un canvi profund durant els darrers anys: s'ha reduït el nombre d'empreses del sector i ha disminuït la dimensió mitjana de les plantilles de les empreses supervivents, és a dir, ha disminuït el nombre d'empreses grans i ha augmentat el de mitjanes i petites. Diversos factors han contribuït a aquesta reducció de les dimensions de les empreses, entre ells l'avanç tecnològic, que ha permès un important grau de productivitat amb la corresponent reducció de les plantilles, i la tendència de les empreses a reduir la seva estructura contractant serveis externs.

Segons el CITYC, en l'àmbit nacional, el sector tèxtil va patir una crisi important durant el període 1992-1993, que no va començar a superar fins a l'any 1994, bàsicament gràcies al fort desenvolupament de les exportacions. La recuperació del sector va continuar durant els anys 1995 i 1996 i, molt especialment, durant els anys 1997 i 1998, atesa la recuperació general de l'economia espanyola i, en conseqüència, del consum intern. No obstant, a partir de l'any 2001, el conjunt de l'economia espanyola ha patit una desacceleració que també ha afectat la

indústria tèxtil, especialment a partir del segon semestre de l'any. Pel que fa a les previsions per a l'any 2002, l'economia espanyola, i, per tant, també la catalana, continuarà sent una de les més dinàmiques d'Europa, tot i que el clima general internacional és de gran incertesa i d'una desacceleració significativa, la qual cosa ha fet revisar a la baixa les previsions econòmiques per a l'any 2002.

Una constant dels darrers anys, però, en els subsectors de tintura, acabats i estampació³ ha estat la pressió de la seva clientela per a nous requeriments que no són sinó un reflex dels canvis en el mercat tèxtil. Alguns d'aquests requeriments han estat:

- Reduir els terminis de lliurament per adaptar-se millor a la demanda i evitar la generació d'estocs intermedis no productius
- Incrementar les exigències de qualitat, tant pel que fa a la producció sense defectes com al compliment de les condicions de reproductibilitat
- Contenir els preus
- Reduir les sèries de producció
- Augmentar la diversitat de productes i composicions.

Un factor que ha contribuït que el sector pogués fer front a aquesta pressió del mercat ha estat la millora de les tècniques de control de processos en línia i d'automatització.

El CITYC ha realitzat enquestes periòdiques a empresaris, tècnics i assessors de la indústria tèxtil per avaluar el nivell de modernitat i competitivitat de la maquinària i dels equipaments instal·lats. La primera d'aquestes enquestes va coincidir amb la ITMA de Hannover l'any 1991. Posteriorment, han coincidit amb la ITMA de Milà (1995) i la de París (1999). Tot i que l'enquesta té en compte la totalitat del territori espanyol, les tendències observades es consideren també aplicables al tèxtil català, atès el seu pes específic dins la indústria tèxtil espanyola.

La taula següent resumeix els resultats obtinguts pel CITYC per al sector d'acabats, a l'enquesta de l'any 1995, moment en el qual el sector començava a recuperar-se de la crisi experimentada a principis de la dècada dels 90:

³ Cal fer constar que, quan es parla en aquest capítol dels subsectors de tintura, acabats i estampació, se sol fer referència a les indústries amb CCAE 17.3, 17.30, 17.301, 17.302 i 17.303. Per tant, les dades que s'hi fan constar no solen incloure altres empreses, com les productores de fibres, que tenyeixen en massa.

Taula 6

	Tintura	Acabats	Estampació
Maquinària / equipaments molt moderns, de tecnologia avançada, d'elevada productivitat i prestacions i que no cal renovar a curt termini	35	33	21
Maquinària / equipaments moderns, de tecnologia menys avançada, de productivitat i prestacions mitjanes i que s'ha d'anar renovant a mig termini	42	40	50
Maquinària / equipaments obsolets, tant per la seva antiguitat com per la tecnologia que incorporen o per les seves baixes prestacions	23	27	30
TOTAL	100	100	100

Com es pot observar a la taula, hi havia un major grau de modernitat en el subsector de la tintura, ja que un 35% de les instal·lacions es consideraven molt modernes, mentre que aquest percentatge es reduïa fins a un 33% en el subsector d'acabats i a un 21% en el d'estampació.

Tanmateix, si aquestes dades es comparen amb les resultants de l'enquesta realitzada pel CITYC l'any 1999, després d'un període positiu per al sector, s'observa una evolució molt positiva de la inversió industrial, especialment pel que fa al subsector d'estampació, que ha permès modernitzar no només la maquinària sinó també les instal·lacions i els sistemes organitzatius de logística, qualitat i disseny, la qual cosa ha millorat el nivell tecnològic i competitiu del sector. Els resultats es mostren a la taula següent:

Taula 7

	Tintura	Acabats	Estampació
Maquinària / equipaments molt moderns, de tecnologia avançada, d'elevada productivitat i prestacions i que no cal renovar a curt termini	36	30	32
Maquinària / equipaments moderns, de tecnologia menys avançada, de productivitat i prestacions mitjanes i que s'ha d'anar renovant a mig termini	46	43	50
Maquinària / equipaments obsolets, tant per la seva antiguitat com per la tecnologia que incorporen o per les seves baixes prestacions	18	27	18
TOTAL	100	100	100

Adicionalment, cal tenir en compte que la pressió exercida des de la societat i l'Administració, i la incorporació de criteris ambientals en la gestió empresarial han estat creixent durant els darrers anys, la qual cosa ha comportat la realització d'importants inversions, ja sigui en sistemes per prevenir o per controlar la contaminació, que, si bé en ocasions han pogut representar un cost afegit, en d'altres han permès optimitzar el control dels processos, estalviar recursos com l'aigua o l'energia, o augmentar la productivitat, amb els consegüents beneficis econòmics.

Pel que fa a l'escandall de costos de les empreses de tintura, acabats i estampació, es pot considerar que les principals partides són, per ordre decreixent d'importància, els costos laborals, els colorants i productes auxiliars, i l'energia (bàsicament electricitat i gas natural) i l'aigua. A aquestes, cal afegir-hi la corresponent a les despeses relacionades amb el medi ambient, d'importància creixent.

Principals zones geogràfiques amb indústria tèxtil

D'acord amb el document *Estadística econòmica. Sectors industrials. Tèxtil, confecció i pell*, elaborat pel Centre d'Informació Tèxtil i de la Confecció i coordinat pel Departament d'Indústria, Comerç i Turisme (1997), el 85% de l'ocupació de la indústria tèxtil catalana (inclosa la confecció) se situa en deu comarques: Vallès Occidental (18,2%), Barcelonès (14,2%), Maresme (14,1%), Anoia (8,4%), Osona (6,9%), Baix Llobregat (6,3%), Bages (6,1%), Vallès Oriental (4%), Berguedà (3,6%) i Selva (3,2%).

El Vallès Occidental és el nucli tèxtil més important de Catalunya. Tot i que tradicionalment la base del sector tèxtil en aquesta comarca havia estat la indústria de la llana, el fort creixement dels darrers anys ha fet augmentar la diversificació cap a altres activitats. En aquest creixement també ha influït el trasllat d'instal·lacions fabrils, bàsicament, des del Barcelonès.

Pel que fa al subsector de tintura, acabats i estampació, i tenint en compte que les empreses solen situar-se a prop de la seva clientela, les principals comarques són:

- El Vallès Occidental, amb una ocupació que representa un 35% de la totalitat del subsector
- El Maresme, amb una ocupació que representa un 22% de la totalitat del subsector
- El Baix Llobregat, amb una ocupació que representa un 10% de la totalitat del subsector
- El Vallès Oriental, amb una ocupació que representa un 9% de la totalitat del subsector
- El Barcelonès, amb una ocupació que representa un 8% de la totalitat del subsector.

Principals subsectors tèxtils presents a Catalunya

El document *Estadística econòmica. Sectors industrials. Tèxtil, confecció i pell*, elaborat pel CITYC i coordinat pel Departament d'Indústria, Comerç i Turisme (1997), indica que hi ha una presència important a Catalunya d'indústria del cotó (filatura i teixidoria), de la llana (filatura i teixidoria), de fibres químiques, d'acabats (tintura, acabats i estampació), de gènere de punt i de confecció. Altres subsectors tenen menor importància. Per comarques, l'especialització seria la següent:

Taula 8

Comarca	% D'ocupació respecte al total	Especialització
Vallès Occidental	18,2	Indústria llanera (filatura i teixidoria) i acabats
Barcelonès	14,2	Confecció i s,erveis centrals
Maresme	14,1	Gènere de punt i acabats
Anoia	8,4	Gènere de punt i acabats
Baix Llobregat	6,3	Fibres químiques, confecció i acabats
Osona	6,9	Indústria cotonera (filatura i teixidoria) i acabats
Bages	6,1	Indústria cotonera (filatura i teixidoria) i acabats
Vallès Oriental	4	Indústria sedera, fibres químiques i acabats
Berguedà	3,6	Indústria cotonera (filatura)
Selva	3,2	Indústria cotonera, teixits de punt i fibres químiques

Tot i que no es disposa de dades de producció per als subsectors de tintura, acabats i estampació a Catalunya, i atès el pes específic que té la indústria catalana dins el total de la indústria tèxtil espanyola, es presenten a continuació les dades de producció per al total d'Espanya (CITYC, 1999):

- Tintura i acabats: 550.300 t
- Estampació: 58.500 t.

Nombre total d'empreses tèxtils i nombre de treballadors a Catalunya

D'acord amb l'Institut d'Estadística de Catalunya, l'any 2000 el nombre d'establiments dels sectors tèxtil (confecció inclosa), cuir i calçat era de 7.711, 903 (11,7%) dels quals corresponien a establiments de 20 o més empleats, la qual cosa representa un descens del 4,4% i del 14,8%, respectivament, amb relació a les dades disponibles per a l'any 1999.

L'any 2000, el nombre de persones que treballen en aquests sectors va ser de 98.200, un descens d'un 5,8% amb relació a l'any anterior. Aquesta tendència també s'observa en el volum de negoci del sector, que l'any 2000 va ser de 8.316 M€, un 3,6% menys que l'any 1999.

Taula 9

Tèxtil, cuir i calçat	Any 2000	% variació respecte a 1999
Nombre d'establiments	7.711	-4,4
Nombre d'establiments de 20 o més treballadors	903	-14,8
Persones ocupades	98.200	-5,8
Volum de negoci	8.316 M€	-3,6

Pel que fa al subsector de preparació i filatura de fibres tèxtils, el nombre d'establiments, l'any 2000, era de 459, 147 (32%) dels quals corresponien a establiments de 20 o més treballadors, és a dir, un descens del 18,8% i del 13%, respectivament, amb relació a les dades disponibles per a l'any 1999.

L'any 2000, el nombre de persones ocupades en aquest subsector va ser de 11.700, un 4,9% menys respecte a l'any anterior. Aquesta tendència és contrària a la que s'observa en el volum de negoci del sector, que l'any 2000 va ser de 1.239 M€, un 18% més que l'any 1999.

Taula 10

Preparació i filatura de fibres tèxtils	Any 2000	% variació respecte a 1999
Nombre d'establiments	459	-18,8
Nombre d'establiments de 20 o més treballadors	147	-13,0
Persones ocupades	11.700	-4,9
Volum de negoci	1.239 M€	+18,0

Pel que fa al subsector de fabricació de teixits tèxtils, l'any 2000 el nombre d'establiments era de 624, un descens del 3,6% respecte a les dades disponibles per a l'any 1999. D'aquests 624 establiments, 96 (15,4%) corresponien a establiments de 20 o més treballadors, la mateixa xifra que l'any 1999.

L'any 2000, el nombre de persones ocupades en aquest subsector va ser de 12.500, un 4,2% més respecte a l'any anterior. Aquesta tendència també s'observa en el volum de negoci del sector, que l'any 2000 va ser de 1.220 M€, un 10,4% més que l'any 1999.

Taula 11

Fabricació de teixits tèxtils	Any 2000	% variació respecte a 1999
Nombre d'establiments	624	-3,6
Nombre d'establiments de 20 o més treballadors	96	0
Persones ocupades	12.500	+4,2
Volum de negoci	1.200 M€	+10,4

Tanmateix, si es comparen aquestes xifres amb les corresponents al subsector d'acabat de tèxtils (grup 17.3 de la CCAE-93, és a dir, tintura, estampació i altres acabats), es pot observar una tendència inversa. Les xifres es mostren a la taula següent:

Taula 12

Acabat de tèxtils	Any 2000	% variació respecte a 1999
Nombre d'establiments	649	+6,2
Nombre d'establiments de 20 o més treballadors	154 ⁴	+21,3
Persones ocupades	11.000	+12,2
Volum de negoci	796,3 M€	+28,8

Contribució al PIB en %

El sector tèxtil ha tingut sempre una gran importància en l'estructura econòmica de Catalunya. Va constituir la base del procés d'industrialització del país i, l'any 1955, aportava quasi el 50% del Producte Industrial Brut (PIB). A mesura que altres sectors productius van anar desenvolupant-se, la seva aportació al PIB va anar disminuint fins a arribar al 9,6% l'any 1995, com a conseqüència del fort impacte de la crisi i de l'entrada a la Unió Europea. (Les dades inclouen el sector del cuir.)

L'any 2001, el CITYC xifrava per a la totalitat d'Espanya la contribució al PIB del sector tèxtil i de la confecció en un bilió de pessetes, que correspon al 5% del total.

En el cas de Catalunya, i d'acord amb l'Institut d'Estadística de Catalunya, la contribució dels diferents subsectors tèxtils al PIB, per a l'any 2000, es mostren a la taula següent:

⁴ El Consell Intertèxtil Espanyol xifra el nombre d'establiments amb 20 o més treballadors en 254 i el nombre total d'ocupats en 12.000.

Taula 13

Sector/Subsector	% Contribució al PIB
Preparació i filatura de fibres tèxtils	1,1
Fabricació de teixits tèxtils	1,1
Acabat de tèxtils	0,7
Confeccions fetes amb tèxtils llevat de roba de vestir	0,3
Altres indústries tèxtils	0,6
Fabricació de teixits de punt	0,5
Articles fets amb teixits de punt	0,5
Peces de vestir fetes amb tèxtils	1,9
Total del sector tèxtil	6,7

Com es pot observar, la contribució del sector tèxtil i de la confecció al PIB a Catalunya és superior a la de la totalitat d'Espanya.

Pel que fa al sector del cuir, l'any 2000 va contribuir, aproximadament, un 0,8% al PIB de Catalunya, la qual cosa resultaria en un global per a ambdós sectors del 7,5%, xifra sensiblement inferior a la corresponent a l'any 1995.

Pel que fa a la destinació geogràfica de les vendes dels sectors abans esmentats, i sempre d'acord amb les dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya, el 68% d'aquestes vendes van a Catalunya i a la resta d'Espanya, mentre que el 32% restant es destinen a l'exportació.

Pel que fa a la destinació de les vendes en el cas del subsector d'acabat de tèxtils, el 88% es destinen al mercat intern i només un 12% s'exporten.

3.2. Aspectes ambientals de la indústria tèxtil a Catalunya

Consum energètic anual per als subsectors de tintura, acabats i estampació

Segons dades del Consell Intertèxtil Espanyol, l'any 1998 els subsectors de tintura, acabats i estampació van consumir, en tot el territori espanyol:

- Energia elèctrica: 1.014.775 MW/any, amb un cost unitari de 66 €/MW (0,066 €/kW)
- Energia tèrmica: 13.270.070.000 MJ/any.

Si es considera que Catalunya pot representar un 65%, aproximadament, d'aquests sectors, els consums energètics es podrien estimar en:

- Energia elèctrica: 659.604 MW/any
- Energia tèrmica: 8.625.545.500 MJ/any.

Les dades relatives al consum de gas natural, gasoil i fueloil s'han obtingut a partir de les dades declarades per les empreses d'aquests subsectors l'any 2000:

- Gas natural: 5.117.046 m³/any, amb un cost unitari aproximat de 0,45 €/m³
- Gasoil: 1.483 t/any, amb un cost unitari aproximat de 0,36 €/l
- Fueloil: 6.112 t/any, amb un cost unitari aproximat de 267 €/t.

Consum anual d'aigua dels subsectors de tintura, acabats i estampació

Les dades disponibles corresponen a l'any 2001 i han estat subministrades per l'Agència Catalana de l'Aigua a partir de les declaracions d'ús i contaminació de l'aigua que les empreses industrials tenen obligació de presentar, anualment, amb fins tributaris.

D'acord amb aquestes dades, el 71% de l'aigua consumida pels subsectors estudiats prové de fonts pròpies, com ara pous i captacions superficials, mentre que el 29% restant prové de companyia subministradora. El consum d'aigua per als subsectors en estudi va ser, aproximadament, de 25.475.768 m³ ⁵.

D'acord amb la mateixa font, el consum d'aigua durant l'any 2000 va ser, aproximadament, de 21,7 hm³ ⁶. Cal tenir en compte que, en aquests subsectors, el consum d'aigua està estrictament lligat a la producció, atesa la naturalesa dels processos que s'hi porten a terme.

Consum anual de productes químics dels subsectors de tintura, acabats i estampació

D'acord amb les dades de les declaracions de residus de l'any 2000 de les empreses d'aquests subsectors⁷, la quantitat utilitzada dels diferents productes químics es distribueix de la forma següent:

- Colorants i pigments: 6.394 t/any
- Productes químics auxiliars: 9.025 t/any (s'han considerat sabons, tensioactius, detergents, ceres, coles, gelatines, adhesius, aprests, acceleradors de tintura, fixadors de colorants, preparats ignífugs, preparats hidròfugs, etc.)
- Sals inorgàniques (sal comuna): 14.996 t/any (s'han considerat, només, les dades de consum de sal comuna. La resta de sals consumides s'inclouen a l'apartat de productes químics)
- Dissolvents halogenats: 18 t/any
- Dissolvents no halogenats: 180 t/any
- Altres productes químics: 40.950 t/any (s'han considerat productes tant orgànics com inorgànics: òxids, hidròxids, peròxids, àcids orgànics i inorgànics, enzims, urea, silicones, etc.).

⁵ Xifres corresponents als CCAE 17.3, 17.301, 17.302 i 17.303.

⁶ Xifres corresponents als CCAE 17.3, 17.301, 17.302 i 17.303.

⁷ Xifra corresponent als CCAE 17.3, 17.301, 17.302 i 17.303.

Generació anual i destinació de les aigües residuals en els subsectors de tintura, acabats i estampació

Les dades disponibles corresponen a l'any 2000 i han estat subministrades per l'Agència Catalana de l'Aigua a partir de les declaracions d'ús i contaminació de l'aigua, validades amb les dades obtingudes a través de l'activitat inspectora al llarg dels anys 1998-2000⁸.

A continuació, es mostra una taula comparativa del cabal d'aigües residuals abocat tant per la totalitat del sector tèxtil com pels subsectors de tintura, estampació i acabats:

Taula 14

Destinació de l'abocament	Sector tèxtil (m ³ /any)	Subsectors de tintura, estampació i acabats (m ³ /any)
Abocament a llera pública	9.948.443 (43,1%)	8.374.499 (42,5%)
Abocament a sistema de sanejament	13.125.833 (56,9%)	11.337.224 (57,5%)
Total	23.074.276	19.711.723

Com es pot observar, el cabal d'aigües residuals abocat pels subsectors de tintura, estampació i acabats suposa el 85,4% del cabal d'aigües residuals generat pel global del sector tèxtil. D'aquestes aigües, gairebé un 60% són abocades a un sistema de sanejament i poc més d'un 40% s'aboquen a llera pública.

L'any 2000, el cabal d'aigües residuals abocat per les empreses dels subsectors en estudi va ser de 19.711.723 m³, aproximadament un 90% del cabal consumit aquell mateix any.

La càrrega contaminant total abocada per les empreses que pertanyen a aquests subsectors es mostra a la taula⁹ següent:

⁸ Xifres corresponents als CCAE 17.3, 17.301, 17.302 i 17.303.

⁹ Xifres corresponents als CCAE 17.3, 17.301, 17.302 i 17.303.

Taula 15

Destinació de l'abocament	Mes (t/any)	DOO _d (t/any)	MI (kg equitox/any)	N (t/any)	P (t/any)
Abocament a llera pública	269,7 (16,0%)	1.405,9 (13,9%)	15.123,5 (7,4%)	79,8 (14,9%)	31,5 (35,0%)
Abocament a sistema de sanejament	1.416,8 (84,0%)	8.703,8 (86,1%)	188.174,5 (92,6%)	456,2 (85,1%)	58,4 (65,0%)
Total	1.686,6	10.109,7	203.298,0	536,0	89,9

MES: matèria en suspensió

DOO_d: demanda química d'oxigen decantada

MI: matèries inhibidores

N: nitrogen total

P: fòsfor total

Com queda reflectit a la taula anterior, la càrrega contaminant abocada a llera pública significa només una petita part del total, la qual cosa indica que la majoria d'establiments que la hi aboquen directament o indirectament disposen d'algun sistema de tractament de les aigües residuals.

De fet, i d'acord amb dades procedents de l'Agència Catalana de l'Aigua corresponents a l'any 2001 per a aquests subsectors¹⁰, només un 10% de les empreses que aboquen directament o indirectament a llera pública ho fan sense cap tipus de tractament. Aproximadament el 30% de les empreses tèxtils que pertanyen als subsectors en estudi, que aboquen el 64% de les aigües residuals generades per aquests subsectors, disposen d'algun sistema de tractament propi. El 70% restant, que genera el 36% de les aigües residuals, no disposa de cap sistema de tractament. No obstant, d'entre les empreses que no disposen de tractament, la majoria les aboquen a un sistema de sanejament i, per tant, les seves aigües residuals són tractades per una depuradora municipal.

El tractament que les empreses realitzen de les seves aigües residuals és més o menys complex segons si s'aboca a llera pública o a un sistema de clavegueram. En el primer cas, el tractament més habitual és el fisicoquímic, seguit del biològic. En el segon cas, un tractament primari d'homogeneïtzació airejada, amb neutralització, filtració, etc.

Generació anual i destinació dels residus en els subsectors de tintura, acabats i estampació

Les dades disponibles procedeixen de la Declaració de residus de l'any 2000 de les empreses dels subsectors¹¹ en estudi i han estat subministrades per la Junta de Residus.

¹⁰ Xifres corresponents als CCAE 17.3, 17.301, 17.302 i 17.303.

¹¹ Xifres corresponents als CCAE 17.3, 17.301, 17.302 i 17.303.

D'acord amb aquesta font, la quantitat i la destinació dels diferents tipus de residus generats anualment seria:

- 1,04 t de residus de colorants i pigments sòlids. El 96,6% té com a destinació inicial un centre de recollida i transferència, tot i que es pot considerar que, majoritàriament, la seva destinació final són els abocadors controlats. El 3,4% restant és dipositat directament en abocadors controlats
- 20,07 t de residus de colorants i pigments líquids. El 97,9% és tractat en plantes de tractament específiques, mentre que el 2,10% restant té com a destinació inicial un centre de recollida i transferència
- 1,12 t de dissolvents halogenats, 63,56 t de dissolvents no halogenats i 69,68 t d'olis usats. El 100% d'aquests residus té com a destinació final la valorització i/o el reciclatge
- 402,08 t d'envasos de productes químics buits. El 83,2% és valoritzat i/o reciclat, el 12% té com a destinació els abocadors controlats i el 4,8% restant té com a destinació inicial un centre de recollida i transferència
- 61,74 t de restes de material d'embalatge. El 83,3% es destina a deposició en abocadors controlats mentre que el 16,6% restant es valoritza i/o recicla
- 3.930,33 t de restes tèxtils. El 74,6% és dipositat en abocadors controlats, el 22,4% es valoritza i/o recicla i el 3% restant té com a destinació inicial un centre de recollida i transferència
- 20.643,71 t de fangs de depuradora. El 59,9% es valoritza i/o es recicla, el 39,8% es diposita en abocadors controlats i el 0,1% és tractat en una planta de tractament
- 11.352,26 t d'altres residus. El 62,5% és dipositat en abocadors controlats, el 27,8% té com a destinació inicial un centre de recollida i transferència, el 8,3% es valoritza i/o recicla i el 1,4% es tracta en una planta de tractament.

No es disposa d'informació sobre els residus de productes químics auxiliars, sòlids i líquids.

Costos relacionats amb la gestió ambiental en els subsectors de tintura, acabats i estampació

El cost anual de la gestió ambiental de les empreses dels subsectors de tintura, acabats i estampació s'ha estimat a partir de dades del període 2000-2002. S'han considerat els costos derivats de la gestió externa dels residus i de les taxes que s'apliquen sobre el consum i sobre l'abocament d'aigua (cànon de l'aigua). El cànon de l'aigua es calcula a partir dels tipus (€/m³) aplicables en concepte de gravamen general i de gravamen específic, que es revisen anualment.

Un altre cost significatiu és el del tractament a l'empresa mateixa de les aigües residuals abans del seu abocament, però no es disposa de dades al respecte. A més, aquest cost pot variar molt segons el sistema de tractament instal·lat.

Els costos estimats són:

- Gestió externa de residus (2000): 1,6 M€/any¹²
- Gravamen específic del cànon de l'aigua (grava la càrrega contaminant abocada) (2001): 7,6 M€/any¹³
- Gravamen general del cànon de l'aigua (grava l'aigua consumida) (2001): 2,2 M€/any.¹⁴

Pràctiques ambientals habituals en les indústries de tintura, acabats i estampació

Pel que fa al grau d'implantació de pràctiques ambientals orientades a prevenir la contaminació, s'ha realitzat una estimació que, posteriorment, s'ha contrastat amb el Consell Intertèxtil Espanyol.

Les dades es refereixen a la proporció d'empreses que es considera que realitzen una determinada pràctica, sobre el total d'empreses dels subsectors en estudi.

- Certificació ISO14001 i/o EMAS: 2% (preferentment grans empreses i multinacionals)
- Reutilització d'aigües residuals en el procés de producció: 50% (es considera que la reutilització d'aigua es fa a tota mena d'empreses, independentment de la seva mida o de si es tracta d'empreses nacionals o multinacionals)
- Reutilització dels banys d'acabats: 50%
- Reciclatge de dissolvents en origen: 10%
- Sistemes per prevenir la generació de productes caducats: 70%
- Cuines per preparar automàticament els colors: 70%
- Dosificació automàtica de productes auxiliars: 50%
- Reutilització de restes de pastes d'estampació: 30%
- Optimització del volum dels envasos amb relació al consum: 70% (es considera que la fan tota mena d'empreses, independentment de la seva mida o de si es tracta d'empreses nacionals o multinacionals)
- Manteniment preventiu de les instal·lacions: 75%
- Sistemes de control en línia dels processos: 70%
- Tractament en origen d'aigües residuals: 30% (es considera que el tractament d'aigües el fan tota mena d'empreses, independentment de la seva mida o de si es tracta d'empreses nacionals o multinacionals).

¹² Per calcular aquest cost s'han utilitzat les dades de generació de residus subministrades per la Junta de Residus, corresponents a l'any 2000, i els costos de gestió següents, corresponents a l'any 2001: tints i pigments sòlids amb destinació a centre de recollida i transferència (1,17 €/kg), tints i pigments sòlids amb destinació a deposició controlada (0,02 €/kg), tints i pigments en solucions aquoses amb destinació a tractament fisicoquímic i biològic (0,12 €/kg), dissolvents i mesclades brutes amb dissolvents halogenats amb destinació a regeneració (1,11 €/kg), dissolvents i mesclades brutes amb dissolvents no halogenats amb destinació a regeneració (0,58 €/kg), olis industrials amb destinació a regeneració (0,12 €/kg), envasos i embalatges amb destinació a incineració (1,17 €/kg), envasos i embalatges amb destinació a regeneració (0,75 €/kg), altres gestions d'envasos i embalatges (0,02-0,18 €/kg), borres i restes tèxtils (0,02 €/kg), llots de tractament d'efluents (0,06 €/kg), residus generals no recollits selectivament (0,02 €/kg) i residus especials en petites quantitats (0,72 €/kg).

¹³ Per calcular aquest cost, s'ha considerat el cabal d'aigua consumit l'any 2001, 25.475.768 m³, i un tipus mitjà de 0,30 €/m³ estimat pel Consell Intertèxtil Espanyol.

¹⁴ Per calcular aquest cost, s'ha considerat el cabal d'aigua consumit l'any 2001, 25.475.768 m³, i el tipus aplicable per a l'any 2002, 0,0879 €/m³.

4

Descripció dels principals processos

4.1. L'ennobliment tèxtil

El subsector d'ennobliment tèxtil inclou totes aquelles indústries l'activitat principal de les quals és dotar el material tèxtil de les característiques adequades per utilitzar-lo com a producte intermedi o final. Aquestes característiques són:

- Color i especificacions de tècniques del color (solideses)
- Lluentor
- Textura
- Estabilitat dimensional
- Confeccionabilitat.

En termes generals, es prepara el material per a la tintura o l'estampat, es tenyeix o estampa i, posteriorment, s'apliquen els processos d'aprest i d'acabat. Aquests processos estan determinats per un seguit de factors fonamentals com són:

- Les fibres
- Els productes tèxtils (tipus de fil i tipus de lligament per formar els teixits)
- Els colorants
- Els productes auxiliars i els productes químics
- La temperatura
- El temps de tintura
- La maquinària emprada
- L'aigua (en qualitat i quantitat).

La relació entre aquests factors depèn de les condicions següents:

- Cada tipus de fibra requereix una determinada família de colorants
- Cada teixit requereix unes condicions de manipulació (en corda o a l'ample) més idònies
- Al sistema format per la fibra, el colorant i el tipus de màquina, correspon un cicle de variació de temperatura amb el temps i unes condicions fisicoquímiques concretes de la solució aquosa de tintura (pH, potencial *redox*, conductivitat, etc.), que, en conjunt, han d'optimitzar-se en cada cas

- La maquinària tèxtil condiciona el tipus de producte tèxtil i les temperatures utilitzables en cicle de tintura
- L'aigua afecta la resta dels factors.

El procés de tintura pot optimitzar-se variant els paràmetres per obtenir una tintura de màxima qualitat al menor cost possible. Els sistemes de tintura són nombrosos i comprenen des de processos per partides (lots de pes i longitud definits) a processos semicontinus (a l'ample o en corda) i processos continus (a l'ample o en corda). Segons les fibres i els colorants utilitzats, la tintura s'efectua entre els 20 °C i els 135 °C en els sistemes d'alta temperatura.

Tipus de fibres

Segons el seu origen, les fibres poden classificar-se en:

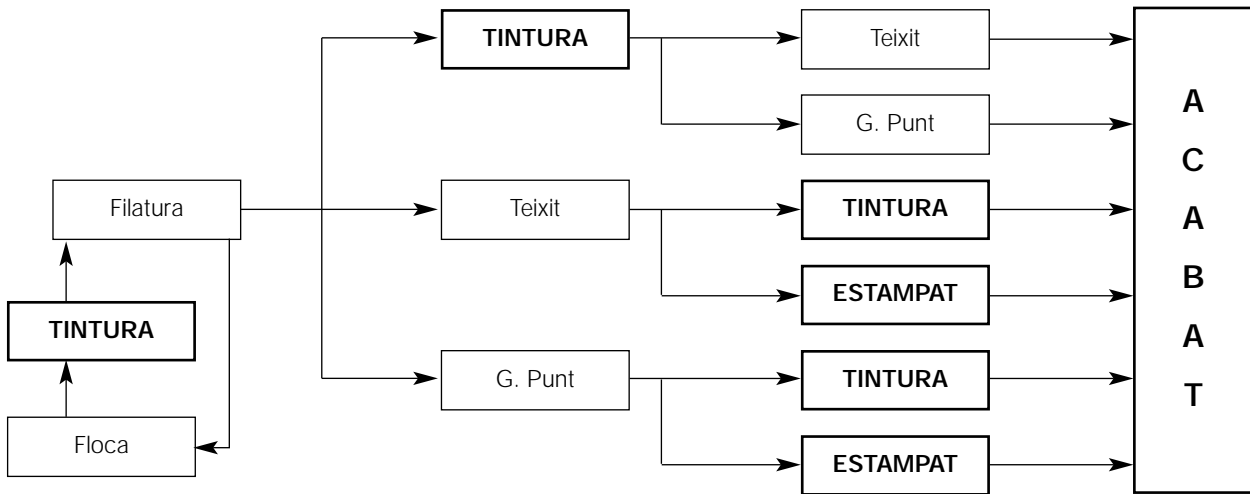
- Fibres naturals: són fibres que tenen un origen vegetal o animal, com el cotó, la llana i la seda
- Fibres químiques de polímer natural: s'anomenen així les fibres que s'obtenen artificialment a partir d'un polímer natural com la cel·lulosa. Són fibres artificials el raió, l'acetat de cel·lulosa, etc. A partir d'ara, en aquest document les anomenarem cel·lulòsiques
- Fibres químiques de polímer sintètic: s'obtenen mitjançant la síntesi orgànica de derivats petroquímics. Tenen una estructura polimèrica i en destaquen el polièster, la poliamida, les fibres acríliques, les poliolefines i les fibres d'espàndex.

Productes tèxtils

La tintura de fibres tèxtils pot realitzar-se sobre productes intermedis o productes finals. A continuació, es descriuen els productes més significatius:

- Cable: reunió paral·lela d'un elevat nombre de filaments, generalment destinat a ser convertit en fibra tallada
- Floc: fibres d'una longitud de 2 a 30 cm
- Floc (*flock*): fibres de longitud inferior a 1 mm
- Cintes i metxes: reunió de fibres procedents del cardatge, de la pentinada o de les metxes
- Multifilament paral·lel / multifilament texturat
- Fil: generalment resultat de l'estiratge amb torsió d'una metxa adequada. Es presenta en madeixa o en bobina
- Plegador d'ordit: disposició paral·lela en forma de plegador de tots els fils necessaris per fabricar un teixit d'una amplada predeterminada
- Teixit de calada: estructura tèxtil laminar generalment formada per l'entrellaçament ortogonal d'uns fils d'ordit amb uns fils de trama
- Gènere de punt: estructura tèxtil laminar formada per l'entrellaçament d'un o més fils sobre l'estructura base de la malla.

Ennobliment: tintura, estampació i acabats



4.2. Processos de tintura i acabats

Es presenten els fonaments dels processos de tintura i acabats més habituals. Per a cada procés, s'analitzen les operacions unitàries i auxiliars més freqüents i s'identifiquen les primeres matèries i els additius químics comunament utilitzats.

La major part de les operacions són en humit i es realitzen en un recipient o cubeta plena de líquid (habitualment aigua), en la qual s'han dissolt o estan en suspensió les primeres matèries i els additius en els quals se submergeix el material tèxtil. Seguidament, aquest material és premat per eliminar-ne l'excés de líquid, que es retorna al recipient per ser reutilitzat.

A continuació, es realitzen les operacions de rentatge per eliminar les restes d'additius que no es desitja que romanguin en el material, per no entorpir les operacions posteriors.

Aquest capítol no tracta les operacions d'esglaonament de colors, neteja i preparació de la instal·lació, buidatges, drenatges i esbandides de la maquinària mateixa, que s'efectuen normalment abans dels processos. La maquinària que s'usa depèn del tipus d'operació i de la forma de presentació del material tèxtil.

4.2.1. Preparació

La preparació són totes les operacions prèvies a la tintura, la finalitat de les quals és assegurar les propietats físiques i químiques, tant dels tèxtils acabats com, en determinades situacions, dels productes intermedis, cosa que afavoreix les reaccions posteriors que tenen lloc en la tin-

tura. Per aquest motiu, algunes d'aquestes operacions poden ser considerades similars als acabats i, en realitat, no en són gaire diferents.

La finalitat principal de les operacions de preparació és, per tant, netejar els materials tèxtils de les impureses que presenten o dotar-los d'unes qualitats i característiques especials. Entre les operacions de preparació destaquen:

- Merceritzatge
- Descruatge
- Desgreixatge
- Carbonització
- Batanatge
- Crema
- Desaprest
- Termofixació
- Rentatges químics
- Rentatges amb dissolvents
- Blanqueig químic
- Blanqueig òptic

4.2.2. *Descripció del procés de tintura*

Aquest procés està destinat a modificar el color d'un element tèxtil, en qualsevol de les seves presentacions, a través de l'aplicació d'una matèria colorant tant en un procediment en continu com per lots (*batches*). En qualsevol dels dos casos, un dels objectius que cal aconseguir és esgotar el bany i fixar el màxim colorant possible al teixit o element tèxtil per limitar les pèrdues del colorant en els rentatges posteriors i durant el seu ús.

L'aplicació de qualsevol colorant pot descriure's amb les fases següents:

- Primera etapa: transport del colorant des del bany de tintura fins a la superfície de la fibra
- Segona etapa: difusió o migració de les molècules de colorant des de la superfície de la fibra fins a l'interior de la matèria que cal teyir
- Tercera etapa: fixació del colorant en els punts reactius de l'estructura molecular de la fibra.

Tintura per lots o discontinua

En el cas de la tintura discontinua, també anomenada per esgotament, s'immergeix un pes de teixit o de filat, normalment entre els 100 i 1000 kg, en el bany de tintura, que conté la solució del colorant, els productes auxiliars i els productes químics. Atesa l'afinitat dels colorants per les fibres, aquestes incorporen les molècules presents en la solució en una transferència que pot requerir des de minuts fins a hores.

La utilització d'additius auxiliars químics, així com el control de l'entorn del bany (variables físiques, bàsicament la temperatura) pot accelerar aquesta operació i optimitzar-la. Un cop el

colorant s'ha fixat a la fibra, aquesta és sotmesa a un rentatge posterior en el qual s'elimina tant el colorant que no s'ha fixat com els productes auxiliars usats per afavorir la fixació.

Teoria de l'esgotament del bany

L'esgotament màxim al qual pot arribar un colorant està relacionat amb l'afinitat del colorant per la fibra i la relació de bany amb la qual es treballa, segons l'equació següent, on:

$$E = \frac{K}{K+L}$$

E= esgotament

K= afinitat del colorant

L= relació de bany

L'afinitat del colorant es defineix: $K = C^f/C^s$

C^f = concentració del colorant en la fibra

C^s = concentració del colorant en la solució.

Ambdós valors obtinguts en la fase d'equilibri a $T = \text{cte}$. El valor de K pot variar entre 50 i 1.000 per a diferents combinacions de fibra i colorants. Els valors pràctics d'L oscil·len entre 5 i 30 d'acord amb la manera d'aplicar el bany i de la maquinària utilitzada (d'1 kg de gènere tèxtil / 5 l bany, a 1/30). Amb aquests valors s'obté un coeficient E d'esgotament entre 0,5 i 1, és a dir, entre el 50% i el 100%.

D'acord amb aquest plantejament, si s'incrementa la relació de bany l'esgotament es redueix i, per tant, s'incrementa la concentració residual del bany esgotat. Aquest efecte es fa major en aquells colorants que presenten una baixa afinitat. D'aquí la importància del coneixement del valor de l'afinitat i d'una correcta operació. És a dir, per reduir el contingut de colorant a les aigües abocades, cal seleccionar colorants amb elevada afinitat o reduir la relació de bany si l'afinitat és baixa.

Un mateix colorant pot presentar afinitats distintes per a una o altra fibra i, consegüentment, la generalització de l'esgotament associat a cada colorant és de gran dificultat i requereix assaigs sistemàtics en els laboratoris de cada indústria.

Maquinària utilitzada

- Armaris: la matèria tèxtil (filat en forma de madeixes) roman estàtica sobre un suport, el bany en moviment és impulsat per una bomba i el recinte és a pressió atmosfèrica
- Autoclau: igual que en el cas anterior, la matèria tèxtil roman estàtica i el bany de tintura és en moviment. Consisteix en un recipient cilíndric vertical o horitzontal amb uns suports sobre els quals es col·loca el diferent material tèxtil (filatura, floca, o teixit). El bany, impulsat per una bomba de circulació, travessa el material. El recipient és tancat i es treballa a pressió.

Tintura en continu

En el cas de la tintura en continu, els materials tèxtils són alimentats de manera contínua en una instal·lació de tintura a una velocitat compresa entre els 50 i els 250 m/min. La instal·lació consta d'una primera etapa durant la qual s'incorpora el colorant, després s'afegeixen els auxiliars químics, s'aplica calor per afavorir la fixació i, posteriorment, es renten els excedents, com en el cas de la tintura discontinua, encara que en aquest cas en instal·lacions contínues de rentatge.

La fixació dels processos continus és molt més ràpida que en la tintada per lots, però requereix processar un mínim de 10.000 metres. No obstant, actualment es poden trobar en el mercat màquines capaces de tenyir de manera contínua longituds de tela de només 2.000 metres.

Maquinària utilitzada

- Barca torniquet: s'utilitza per tenyir teixit a la corda. Es denomina *corda* el pas del teixit per una argolla unint-ne els extrems. El teixit és en moviment, mentre que el bany és estàtic. Es compon d'un cilindre de secció trapezoïdal, d'un element motriu, que efectua la translació del teixit, i d'unes barres de separació de la corda que eviten les malformacions i els embussaments. Actualment, aquesta màquina se substitueix per *jets* i *overflows*
- *Jigger*: és una màquina que s'empra per a la tintura de teixit a l'ample mitjançant uns corrons que enrotllen i desenrotllen el teixit, fent-lo passar pel bany, mentre el bany roman estàtic. Els *jigger* poden ser atmosfèrics, per treballar a 100 °C, mentre que els que treballen a pressió poden assolir els 145 °C
- *Jet*: és una màquina de tenyir a la corda. El teixit es posa en moviment per l'acció d'una tovera (d'aquí la denominació *jet*), per on passa el bany i on són en moviment simultani el bany i el teixit. La velocitat elevada que la injecció dóna al bany produeix una turbulència que facilita la penetració de la solució de colorant cap a l'interior del teixit i dóna una bona igualació a la tintura, en un temps més curt i amb menor consum d'aigua que en les anteriors barques de torniquet
- *Airflow*: és similar a un *jet* però amb la impulsió d'una barreja d'aire i solució de colorant, que permet tractar més delicadament el teixit. El consum d'aigua és molt més reduït, ja que només s'introdueix la quantitat necessària de tintura i s'elimina el concepte d'acumulació del bany
- *Overflow*: el teixit i el bany són en moviment. De la mateixa manera que en els *jets*, es produeix l'acció del bany sobre el teixit, però en aquest cas el teixit és arrossegat per una debanadora i no només per l'acció de la tovera. Se sol emprar com a tintura de molts tipus de teixit en forma de corda, des de resistents a delicats
- *Foulard/fulard*: aquesta màquina universal té la funció d'impregnar el material tèxtil amb qualsevol líquid. Es descriu en aquest apartat en presentar el procediment *pad-steam* (fulardatge-vaporatge)
- *Pad-steam*: aquesta màquina aplica un vaporatge a una impregnació de colorant en màquina *foulard* (fulard). D'aquesta manera, el colorant es fixa sobre la fibra en un curt període de temps. S'usa freqüentment en tintura de fibres cel·lulòsiques.

El procés de tintura pot ser aplicat a qualsevol etapa de l'estat de l'element tèxtil i a qualsevol tipus de matèria. Seguidament, es mostra una taula amb totes les combinacions possibles d'aplicació de tintura.

Taula 16. Combinació de possibles operacions de tintura

Tipus de material tèxtil	Classe de fibres
Floca i filat	Cotó i barreges Llana i barreges Cel·lulòsica i barreges Fibres sintètiques i barreges
Teixit	Cotó i barreges Llana i barreges Cel·lulòsica i barreges Fibres sintètiques i barreges
Gènere de punt	Cotó i barreges Llana i barreges Cel·lulòsica i barreges Fibres sintètiques i barreges
Peça	Cotó i barreges Llana i barreges Cel·lulòsica i barreges Fibres sintètiques i barreges
Polímer en massa	Fibra sintètica

4.2.3. *Colorants usats en el procés de tintura*

Les famílies de colorants usades per a la tintura de filats, teixits i gèneres de punt són les següents:

Colorants directes

L'operació de tintura amb un colorant directe consisteix a posar en contacte la fibra amb el colorant dissolt en aigua i escalfar-los fins a assolir l'ebullició. Per afavorir l'operació, se sol afegir un electròlit neutre, com el clorur o el sulfat sòdic, i productes de tipus tensioactiu (humectant, igualadores, etc.). Els colorants directes pertanyen a diverses famílies de compostos químics i es caracteritzen per ser compostos orgànics aromàtics que contenen grups sulfònics que actuen com a solubilitzants.

Químicament, els colorants directes pertanyen als tipus següents:

- Colorants azoics
- Derivats d'amines del difenil, com estilbé, arildiamines, ureics, amídics
- Colorants tiazòlics.

Colorants azoics insolubles

El fonament de la tintura amb colorants azoics insolubles es basa en la formació de pigment acolorit sobre fibra, que s'aconsegueix en tractar el tèxtil, generalment en dos banys, amb els dos components que formen el colorant. El primer component, denominat desenvolupador, és un derivat naftalènic que conté grups amino i hidroxil.

En l'actualitat, s'empren principalment com a desenvolupadors els derivats hidroxilats, per la qual cosa aquesta tintura també es coneix amb el nom de tintura amb naftols.

La matèria tèxtil impregnada del desenvolupador s'introdueix en un segon bany amb una solució de diazo que, en reaccionar amb el desenvolupador, produeix el colorant azoic insoluble sobre la fibra. Aquest procediment de tintura dona una extraordinària solidesa al rentatge, molt superior a la dels colorants directes pròpiament dits, encara que amb costos de producció molt superiors.

Colorants sulfurosos

De constitució química no gaire ben definida, reben aquest nom perquè contenen sofre i generalment formen una cadena (Ar-S-S-Ar' o Ar-S-S-S-Ar'), on el sofre pot ser fàcilment oxidat a àcid sulfúric. Els colorants tradicionals, normalment de baix preu, contenen una elevada concentració d'impureses com ara sals, sulfurs i polisulfurs. En el medi alcalí i en presència de reductors, es transformen en leucoderivats solubles que són fàcilment absorbibles per les fibres. L'operació de tintura amb aquests colorants consta de les etapes següents:

- Dissolució del colorant mitjançant un agent reductor: sulfur sòdic, bisulfur sòdic, sulfur amònic, hidrosulfit sòdic o glucosa
- Tintura amb addició d'un electròlit neutre, com clorur sòdic, i agents humectants
- Oxidació del colorant absorbit en la fibra amb sistemes oxidants basats en bromats, iodats, clorits, dicromat potàssic (pràcticament fora d'ús), peròxids o oxigen
- Tractaments posteriors amb sals metàl·liques, detergent, acetat sòdic o amb dicromat sòdic i àcid acètic per augmentar la solidesa dels colors a la llum, rentatge, frec, etc.

Colorants sulfurosos de tipus soluble

Aquest tipus de colorant és una variant dels anteriors, sintetitzats amb grups tiosulfats. La formació de pigment insoluble es realitza per la reacció amb polisulfur sòdic en un segon bany. Aquests colorants són adequats perquè siguin aplicats en continu segons la seqüència:

- Fulardatge del colorant
- Assecatge del teixit
- Fulardatge amb polisulfur sòdic
- Rentatge
- Ensabonada.

Colorants tina

De diferent constitució química (poden ser derivats de l'indi o de l'antraquinona), són insolubles en l'aigua, i es transformen per reducció al medi alcalí en leucoderivats hidrosolubles amb substantivitat per a les fibres tèxtils, sobre les quals desenvolupen el color primitiu per a ulterior oxidació.

L'operació de tintura amb aquests colorants consta de les etapes següents:

- Reducció del colorant amb hidrosulfit sòdic, formaldehid o acetaldehid sulfoxilat, utilitzant sosa càustica com a àlcali
- Tintura amb addició d'electròlit (sal comuna o sulfat sòdic), agents humectants i agents igualadors
- Oxidació per rentatge amb aigua freda o per tractament amb aigua oxigenada o dicromat potàssic i àcid sulfúric
- Tractaments posteriors de rentatge i ensabonada.

Colorants reactius

Els colorants reactius són una de les famílies de colorants més utilitzada per teyir teixits de cotó, raió i lli. Per les seves característiques químiques inherents, només una part del colorant que s'introdueix en el bany de tintura reacciona químicament amb la fibra mitjançant un enllaç covalent. La resta del colorant reacciona amb l'aigua i es denomina colorant hidrolitzat. Una part d'aquest colorant queda en les aigües residuals de la tintura i l'altra part a l'interior de la fibra, però sense bones propietats de solidesa, per la qual cosa ha de ser eliminat en successives ensabonades i esbandides en calent.

Són colorants reactius les famílies de diclorotriazínics, monoclorotriazínics, tricloropirimidínics, monoclorodifluoropirimidínics, vinilsulfònics, etc. L'operació de tintura amb aquests colorants consta de les etapes següents:

- Absorció, anàloga a la tintura amb colorants directes
- Reacció, durant la qual el colorant es combina químicament amb la fibra mitjançant un enllaç covalent
- Tractaments posteriors per eliminar el colorant hidrolitzat.

Aquests colorants es poden aplicar en continu o per lots, que en el cas de filats se sol realitzar per empaquetatge en autoclau. La utilització de qualsevol d'aquests sistemes amb colorants reactius implica el consum de determinats productes químics, com la sal. En alguns casos, com els processos continus, s'utilitza urea pel seu caràcter higroscòpic.

Específicament per a la llana, les operacions són:

- Tintura per esgotament que pot utilitzar-se per floca, pentinada, filat en madeixes i en teixits
- Tintura per fulardatge-repòs en fred, aplicable solament al gènere de punt.

Colorants àcids

Aquests colorants tenyeixen la llana i les fibres proteiques en una solució àcida o bàsica. Es poden classificar en cinc grans grups:

- Azoics
- Antraquinònics
- Derivats del trifenilmetà
- Tipus azínic
- Tipus xantè.

Els dos darrers grups són molt utilitzats per obtenir determinats matisos. En el procés de tintura amb aquests colorants, s'utilitzen diversos agents auxiliars com ara:

- Igualadors, que poden ser compostos aniónics afins a la fibra o compostos catiónics o pseudocatiònics afins amb els colorants, com, per exemple, olis de ricí sulfatat, àcids oleic i poliricínic sulfatat o alquilarisulfonats
- Àcid acètic o fòrmic per esgotar el colorant sobre la fibra
- Sulfat sòdic
- Sulfat amònic.

Colorants premetal·litzats

Aquests colorants estan constituïts per un àtom metàl·lic al qual s'uneixen una o dues molècules de colorant generalment àcid, que formen un complex de coordinació amb afinitat per les fibres proteiques i poliamídiques. El metall sol ser el crom, encara que també poden ser d'altres, com el coure, el níquel, el cobalt, etc.

Els tipus de colorants premetal·litzats desenvolupats són:

- Colorants premetal·litzats 1:1, que tenyeixen en bany fortament àcid, formats per crom i colorants tipus azoic
- Colorants premetal·litzats 1:2, que al seu torn es diferencien en:
 - colorants premetal·litzats 1:2 que tenyeixen en bany neutre i no contenen grups solubilitzants iònics, i en l'aplicació dels quals s'utilitzen sals amòniques per mantenir el pH
 - colorants premetal·litzats 1:2 que contenen grups solubilitzants iònics i, a més del tampó d'acetat o sulfat amònic, requereixen l'addició d'un igualador i l'ajustament de pH amb àcid acètic.

Colorants al crom

Els colorants d'aquesta classe, també anomenats cromatables o àcids cromatables, necessiten el concurs d'una sal de crom perquè es fixin perfectament sobre la fibra. Es poden classificar en els grups químics següents:

- Azoics
- Antraquinònics

- Trifenilmetans
- Diversos, com ara derivats de la tiazina, de les oxazines i del xantè.

Les sals de crom habitualment emprades són: dicromat potàssic anhidre, dicromat sòdic i cromat potàssic. El procediment depèn dels colorants utilitzats i del tipus de material tenyit. El dicromat pot aplicar-se a la llana abans de la tintura (procediment previ de cromats), amb el colorant en el mateix bany (procediment simultani de cromats) o després de la tintura (procediment posterior de cromats). Aquests procediments estan en desús i només s'utilitzen en algun cas molt concret per al procediment low chrome.

Colorants dispersos

Són compostos orgànics no iònics, gairebé insolubles en aigua que s'apliquen en dispersió aquosa, i que responen a les estructures següents:

- Colorants amb grups azo, principalment monoazoderivats i alguns diazo, que abasten una àmplia gamma de matisos
- Colorants nitro-difenil-amina per a grocs i ataronjats
- Colorants antraquinònics per a ataronjats, verds i blaus.

Els dispersants (agents tensioactius) utilitzats per preparar i aplicar colorants dispersos són:

- Èsters de l'àcid sulfúric, com alquilsulfats de cadenes de 12-13 àtoms de carboni, olis sulfatats, èsters i amides sulfatades
- Derivats sulfònics, en els quals la cadena radical pot ser alquil, alquilaril, amides, èsters o lignines. Entre els més usats tenim els derivats de l'àcid β -naftalensulfònic i els seus productes de condensació amb formaldehid
- Derivats oxietilenats, per exemple, alquilaril oxietilenats i alquilamines oxietilenades.

Els mètodes d'aplicació depenen de la forma en la qual es presenta la matèria tèxtil. Es pot tenyir per esgotament a alta temperatura, o amb *carrier* (tintura de transportador) a temperatures de 100 °C (aquest últim cas tendeix a estar en desús). Tradicionalment, en el cas del polièster, després de la tintura a 130 °C, és necessari un bany reductor, que es realitza a temperatura inferior.

Colorants catiònics

Els colorants catiònics són sals de bases orgàniques, molt nombrosos i d'estructura química molt variada, entre els quals s'inclouen:

- Derivats del di i trifenilmetà
- Derivats de la difenilamina, que comprenen una sèrie de colorants d'estructura senzilla que pertanyen a la família de les azines, oxazines, tiazines, indamines, rodamines, galocianines, etc.
- Colorants de tipus azoic o antraquinònic
- Colorants amb estructura heterocíclica que contenen nitrogen quaternari.

Taula 17. Combinació dels tipus de colorants usats en distintes aplicacions

Tipus Colorants	Aplicacions											
	Cotó			Llana			Cel·lulòsiques			Sintètiques		
	F	T	GP	F	T	GP	F	T	GP	F	T	GP
Directes	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-
Azoics insolubles	X	X	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-
Sulfurosos	X	X	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-
Sulfurosos (tipus soluble)	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Tina	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-
Reactius co (cotó)	X	X	X				X	X	X	-	-	-
Reactius wo (llana)				X	X	X						
Àcids	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X
Premetal·litzats	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Crom	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Dispersos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X
Catònics	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X

F: Fibra

T: Teixit

GP: Gènere de punt

4.2.4. *Processos de correcció de color*

Els requisits de qualitat dels productes tèxtils són avui molt exigents. Entre els requeriments del mercat, estan l'exactitud en el color i la uniformitat en l'aspecte. Malgrat que el laboratori industrial desenvolupa processos amb l'objectiu *Right First Time* (bé a la primera), quan no s'assoleix aquest objectiu, cal introduir-hi processos de correcció:

- Correcció afegida
- Correcció de reoperació.

Correcció afegida

Consisteix a afegir colorant en el bany durant l'operació de tintura o a buidar totalment o parcial el bany a fi de substituir-lo per un altre de nou.

Correcció de reoperació

Consisteix a repetir tota l'operació de tintura, desmuntant-ne prèviament el component químic d'una manera total o parcial quan no s'ha aconseguit obtenir la qualitat desitjada. Normalment, abans de repetir l'operació es fa un assecatge previ.

4.2.5. *Descripció del procés d'acabat*

Després de la tintura, es poden efectuar tractaments posteriors sobre el teixit amb la finalitat d'aconseguir característiques especials per al producte tèxtil final. Les característiques del teixit poden ser canviades mitjançant tractaments físics o mecànics (processos d'acabat en sec) o aplicant productes químics (processos d'aprest en humit), tot i que hi ha alguns casos on els resultats poden aconseguir-se tant per una com per altra via, com és el cas del llustre. En uns altres casos, només hi ha una via possible, com en el cas dels teixits impermeables o ignífugs.

Els tractaments humits es basen principalment a revestir o impregnar els teixits amb diferents substàncies, que es poden aplicar indiferentment a teixits blanquejats o tintats. Normalment, en els subprocessos d'aprest en humit se segueixen les operacions següents:

- Aplicació dels productes d'aprest per immersió en un bany amb el contingut dels productes químics i posterior espremuda en fulard; aplicació d'aprests per tècniques d'impregnació mínima, per sistemes en escuma, per dispositius de rasqueta, etc.
- Fixació per efecte de la temperatura.

4.2.6. *Tipus de subprocessos d'acabat*

4.2.6.1. **Acabats mecànics**

Es defineixen els acabats mecànics més usuals:

Termofixació

És un subprocés sec adreçat a estabilitzar i aportar les propietats adequades als teixits sintètics, o als que presenten una elevada proporció de material sintètic. Quan les fibres termoplàstiques són termoestabilitzades, mantenen la seva forma i amplada al llarg de les etapes següents d'acabat i aconsegueixen, a més, les propietats físiques de resistència i elasticitat que fan la peça més adequada per al seu ús final.

Raspallada i napa

Són emprats per reduir el llustre del teixit per frec sobre una superfície canviant l'aparença dels teixits i trencant, mitjançant petits ganxos, algunes fibres individuals. El procés de la napa també rep el nom de perxatge.

Suavitació o calandratge

La calandra, per efecte de la temperatura i de la pressió, fa que se suavitzi la superfície de la tela i se n'incrementi la lluentor. En la calandra, el teixit passa entre dos o més cilindres, dels quals un és d'acer, mentre que els altres són d'un material molt tou (normalment superfície de contacte de cotó). El cilindre d'acer també pot ser escalfat mitjançant gas o vapor.

Gofratge

És un efecte que es pot obtenir en una calandra que disposi d'un cilindre amb motius en relleu, els quals es transferiran als teixits.

Efecte *chintz*

És un dels efectes que es poden obtenir en una calandra amb un cilindre microestriat, que confereix una lluentor característica als teixits tractats. La lluminositat pot ser conferida al teixit aplicant compressió a ambdues superfícies del teixit, que pot ser aconseguida a través del pas del teixit entre dos cilindres de calandra. La lluentor pot millorar si els cilindres presenten estries.

Tondosatge

El tondosatge iguala l'altura de pèl o de fibres passant el teixit per una màquina tondosa. Quan es tracta d'eliminar totes les fibres que sobresurten del teixit, l'operació s'anomena arrasatge.

Sanforització

A través del principi de l'encongiment compressiu, es redueix la tendència de la tela a encongir en el seu ús final, després de successives rentades.

4.2.6.2. Aprests

Els aprests químics més habituals tenen funcions específiques: suavitació, hidrofugació, impermeabilitzat, ignífugs, bactericida, etc.

Els principals subprocessos d'acabat són els següents:

Suavitació química

Es poden utilitzar diferents tipus de suavitzants:

- Suavitants catiónics com: sals d'amoni quaternari, amino èsters i amino amides
- Suavitants no iònics de tipus polièster glicòlic o polièter glicòlic
- Suavitants reactius com les amides d'àcids grassos i els derivats de les triazines.

Antiestàtic

Té la missió de reduir la càrrega estàtica de les fibres sintètiques a través del tractament amb una solució aquosa d'agents antiestàtics (clorur de magnesi polietilenglicol i òxid de polialquil).

Ignífug

Té l'objectiu d'augmentar la resistència al foc dels materials tèxtils amb l'aplicació de productes ignífugs (normalment organofosforats i compostos halogenats).

Antiencongiment

Es pretén aconseguir que no disminueixin les dimensions per causes externes, especialment mitjançant el rentat amb aigua. L'operació consisteix en la relaxació del teixit en un medi aquós, o per l'aplicació de productes químics, normalment resines.

Impermeable

Consisteix en un tractament dels teixits per agents hidròfugs, és a dir, repel·lents de l'aigua (silicones, fluorocarbonats, emulsions de parafina amb sals d'alumini i zirconi, resines).

Antiarrugues

La seva finalitat consisteix a fer que els teixits no s'arruguin fàcilment durant el seu ús. Això s'aconsegueix a través d'un tractament amb productes reticulants-reactants exempts de formaldehid lliure, que es poden aplicar per assecatge i condensació tèrmica o per polimerització després de confeccionar la peça, entre d'altres.

Recobriments

Consisteix a aplicar als teixits, per una o per les dues cares, una capa plàstica (PVC, PVA, PUR, copolímers d'acetat/clorur de vinil). Els recobriments s'apliquen tèrmicament sobre una capa, de manera que la fixació de la capa al teixit es produeix per refredament. Altres operacions per recobrir materials tèxtils són:

- Recobriments en pols (resines termoadesives per a entreteles)
- Aplicació de recobriments en pasta
- Recobriments per transferència.

Tractament imputrescible, antiarnes i fungicida

Consisteix a tractar els teixits amb una solució aquosa que conté entre 0,1-0,25% d'agents imputrescibles, antiarnes i fungicides (hidrocarburs aromàtics clorats i compostos orgànics de coure). El tractament antiarnes de la llana es realitza durant el procés de tintura.

4.3. Principals processos de tintura i acabats

4.3.1. Tintura de fibres i filats

4.3.1.1. Cotó i barreges

El procés de tintura de fibres i filats de cotó (vegeu esquema 1) consisteix en les operacions següents:

- Descruatge
- Merceritzatge (causticitat)
- Blanqueig químic i òptic
- Tintura
- Assecatge.

Descruatge

L'operació de descruatge o neteja té per objecte eliminar les impureses de tipus natural que conté la fibra mateixa, com ceres, pectines i hemicel·luloses, i els enzims i additius incorporats en els processos de filatura. Aquesta operació es realitza en sistemes continus i discontinus, mitjançant l'acció d'un àlcali com la sosa càustica, sola o en presència de productes detergents, per solubilitzar i/o emulsionar les impureses del cotó, segrestants i petites quantitats de productes reductors, com l'hidrosulfit sòdic. El procés discontinu es realitza en una o dues etapes.

Merceritzatge (causticitat)

L'operació de merceritzatge consisteix a sotmetre el cotó a l'acció de la sosa càustica concentrada (28-30° Bé) per conferir-li algunes de les característiques que no posseeix o que posseeix en nivells massa baixos, com són l'aspecte brillant, l'afinitat pels colorants, una millor estabilitat dimensional i un augment d'un 15-20% de la resistència mecànica del filat.

Es realitza sotmetent els fils a tensió, durant o després de la impregnació en sosa càustica de 30° Bé a temperatures inferiors a 20 °C i, posteriorment, es realitzen rentades successives fins que la concentració de la sosa baixa a uns valors que ja no modifiquen més el cotó. Per facilitar la impregnació del cotó, s'hi afegeixen també productes humectants de tipus aniònic, que poden ser derivats fenòlics o no fenòlics. Aquests darrers són els més usats en l'actualitat, a força d'èsters sulfúrics d'alcohols de pes molecular mitjà (4 a 12 àtoms de carboni).

Finalment, es neutralitzen les restes alcalines que encara conté el fil, si l'operació següent no ha de realitzar-se a un pH alcalí, generalment amb àcid clorhídric o àcid sulfúric.

Una variant molt utilitzada de l'operació de merceritzatge és la denominada caustificació, que es realitza amb una concentració de sosa inferior, 18° Bé, la finalitat principal de la qual és incrementar l'afinitat del cotó pels colorants. La caustificació no cal que es realitzi en les màquines de merceritzatge mateixes.

Blanqueig químic i òptic

L'operació de blanqueig químic té com a finalitat eliminar la coloració groguenca, vermelloso o marronosa que encara presenta el cotó després dels tractaments anteriors, mitjançant l'acció oxidant de compostos derivats del clor o de peròxids. Consisteix a posar el teixit en contacte amb la solució oxidant, convenientment definida, a una temperatura i temps variables, segons el procés que es realitzi (esgotament, fulardatge-vaporatge, etc.) fins a aconseguir la destrucció de les matèries que acolorixen el cotó, amb una mínima degradació de la fibra.

Els productes oxidants que se solen emprar són l'hipoclorit sòdic, el clorit sòdic i l'aigua oxigenada, que han d'utilitzar-se en presència d'altres productes per regular el pH i estabilit-

zar la seva descomposició. Aquests productes són de tipus alcalí, com el silicat sòdic, el carbonat sòdic, el fosfat trisòdic, la sosa càustica, etc., en cas d'utilitzar l'hipoclorit sòdic o l'aigua oxigenada. O de tipus àcid, com el fosfat monosòdic, l'àcid fòrmic, acètic o oxàlic, en el cas del clorit sòdic. En l'operació de blanqueig, se solen utilitzar, a més dels productes esmentats prèviament, blanquejants òptics, l'aplicació dels quals permet obtenir graus superiors de blanc i de solidesa. Basen la seva acció en el principi de la fluorescència i han de presentar estructures químiques amb afinitat per cada una de les fibres a les quals desitgin aplicar-se. La major part dels blanquejants òptics utilitzats es poden enquadrar en les famílies següents:

- Cumarínics
- Estilbènics
- Benizimidazòlics
- De nucli heterocíclic
- Derivats d'àcids naftalè sulfònic
- Altres.

Després de l'operació de blanqueig s'efectuen un seguit d'esbandides i aclarides per eliminar del tèxtil totes les substàncies utilitzades i desenvolupar totalment el blanc de la fibra.

Tintura

Les famílies de colorants utilitzats per a fibres de cotó, tant quan estan soles com quan estan acompanyades per altres fibres, són els següents:

- Colorants directes
- Colorants azoics insolubles
- Colorants sulfurosos
- Colorants tina
- Colorants reactius.

Els productes auxiliars utilitzats, segons el tipus de colorant, apareixen en la taula de l'esquema 1.

Assecatge

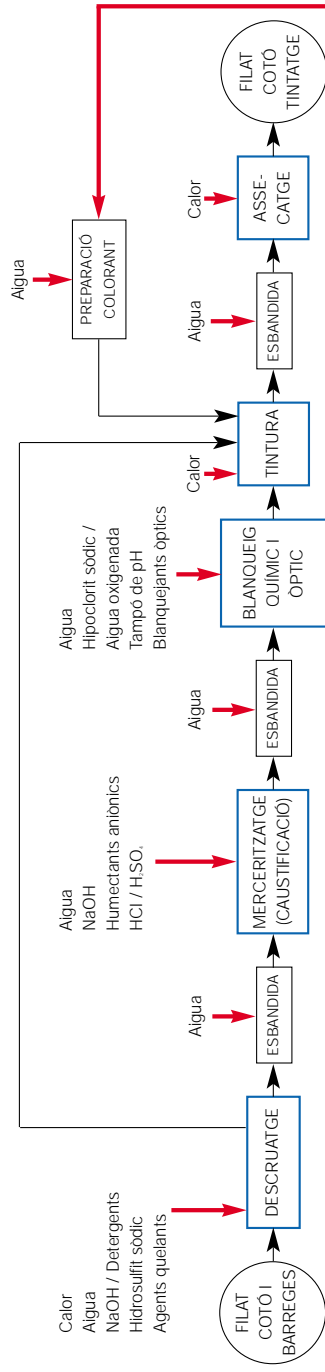
Després de la tintura, l'última operació és l'assecatge, que generalment es realitza en dues etapes:

- Eliminació mecànica d'aigua per l'hidroextracció
- Assecatge pròpiament dit per aportació d'energia tèrmica.

Els assecadors poden ser:

- Per convecció (tipus cambra)
- Per contracorrent (tipus cinta perforada en túnel)
- Per radiacions d'alta freqüència o microones.

Esquema núm. 1 Esquema procés de tintura de fibres de cotó i barreges



MATÈRIES AUXILIARS SEGONS EL TIPUS DE COLORANTS				
Directes	Azòics Insolubles	Sulfurosos	Tina	Reactius
Electrolit neutre Humectant Igualadors	Àcid Detergent Humectant	Agent reductor Electrolit neutre Humectant Oxidant Detergent Acetat sodic	NaOH Hidrosulfit sodic Electrolit neutre Humectants Igualadors Oxidants Detergent	Electrolit neutre (NaCl principalment, o Na ₂ SO ₄) Humectant Alcali (NaOH, NaHCO ₃ o Na ₂ CO ₃)

4.3.1.2. Llana i barreges

El procés de tintura de les fibres de filats de llana (vegeu l'esquema 2) consisteix en les operacions següents:

- Preparació de la pentinada o el filat de llana i barreges
- Tractaments antienfeltrables de la pentinada
- Desgreixatge
- Blanqueig químic i òptic
- Centrifugació
- Tintura
- Assecatge.

Preparació de la pentinada o filat de llana i barreges

La preparació de la pentinada o el filat de llana, o de llana i barreges es realitza, sempre que sigui necessari, mitjançant una sèrie d'operacions de tipus mecànic com ara la barreja i la repentinada.

Tractaments antienfeltrables de la pentinada

Els tractaments especials de la pentinada tenen per objecte reduir la tendència de la llana a enfeltrar-se durant l'ús i el rentatge de les peces i s'efectuen normalment sobre la llana destinada a gèneres de punt, mitjons, jerseis, roba interior o mantes. Tots aquests tractaments modifiquen l'estructura superficial de la fibra de la llana i afecten poc la resta de les seves propietats.

Els processos utilitzats en els tractaments especials de la pentinada es poden dividir en els grups següents:

- Sistemes de cloració, que són els més antics i entre els quals s'inclouen:
 - El procediment Negafel, que empra l'hipoclorit sòdic i l'àcid fòrmic, amb un posterior tractament anticlor
 - Cloració gasosa que consisteix a sotmetre la llana seca (humitat < 10%) a l'acció del clor gas en absència d'aire.
- Sistemes d'oxidació, que són més recents que els anteriors i entre els quals s'inclouen:
 - El procediment Dylan, amb àcid permonosulfúric seguit d'un tractament amb sulfat sòdic
 - El procediment W B-7, basat en el tractament de la llana amb permanganat potàssic en una solució concentrada de sulfat sòdic i un tractament posterior amb bisulfat sòdic per eliminar el diòxid de manganès dipositat sobre la llana.
- Sistemes de recobriment de fibres:
 - Processos basats en l'aplicació de copolímers d'èsters i àcids metilacrílics
 - Procés Wurlan, basat en la polimerització interfacial de poliamides, polièsters, poliuretans, etc.
 - Procés Lanaset i Resloom, que consisteix a dipositar sobre la fibra de llana una resina termoenduridora que s'obté per la reacció de la melanina i el formaldehid en presència de catalitzadors àcids.

Desgreixatge

Les operacions de desgreixatge, tant de cintes de llana com de filats de llana, es basen en l'ocupació de solucions generalment alcalines de carbonat sòdic i sabó. En el desgreixatge, també se solen emprar detergents sintètics com els alcohols grassos sulfatats, les sals sòdiques i els tensioactius no iònics en quantitats proporcionades a la concentració d'olis i d'altres substàncies hidròfobes sobre la fibra.

Blanqueig químic i òptic

L'operació de blanqueig químic, que té per objecte eliminar el color natural de la fibra de llana, es pot realitzar mitjançant:

- Agents reductors com l'anhidrid sulfurós gas, l'anhidrid sulfurós líquid, l'àcid sulfurós, el sulfit, el bisulfit i l'hidrosulfit
- Agents oxidants com l'aigua oxigenada i persals.

Com en el cas del procés cotoner (vegeu l'apartat 4.3.1.1), en l'operació de blanqueig de fibres i filats de llana també es poden utilitzar blanquejants òptics del mateix tipus que els esmentats en aquest procés.

Centrifugació

L'operació de centrifugació té per objecte eliminar gran part de l'aigua continguda en les fibres després dels tractaments humits.

Tintura

Les famílies de colorants utilitzats per a la tintura de pentinades i filats de llana són:

- Colorants àcids
- Colorants premetal·litzats
- Colorants àcids cromatables
- Colorants reactius.

Els productes auxiliars utilitzats, segons el tipus de colorant, apareixen en la taula de l'esquema 2.

Assecatge

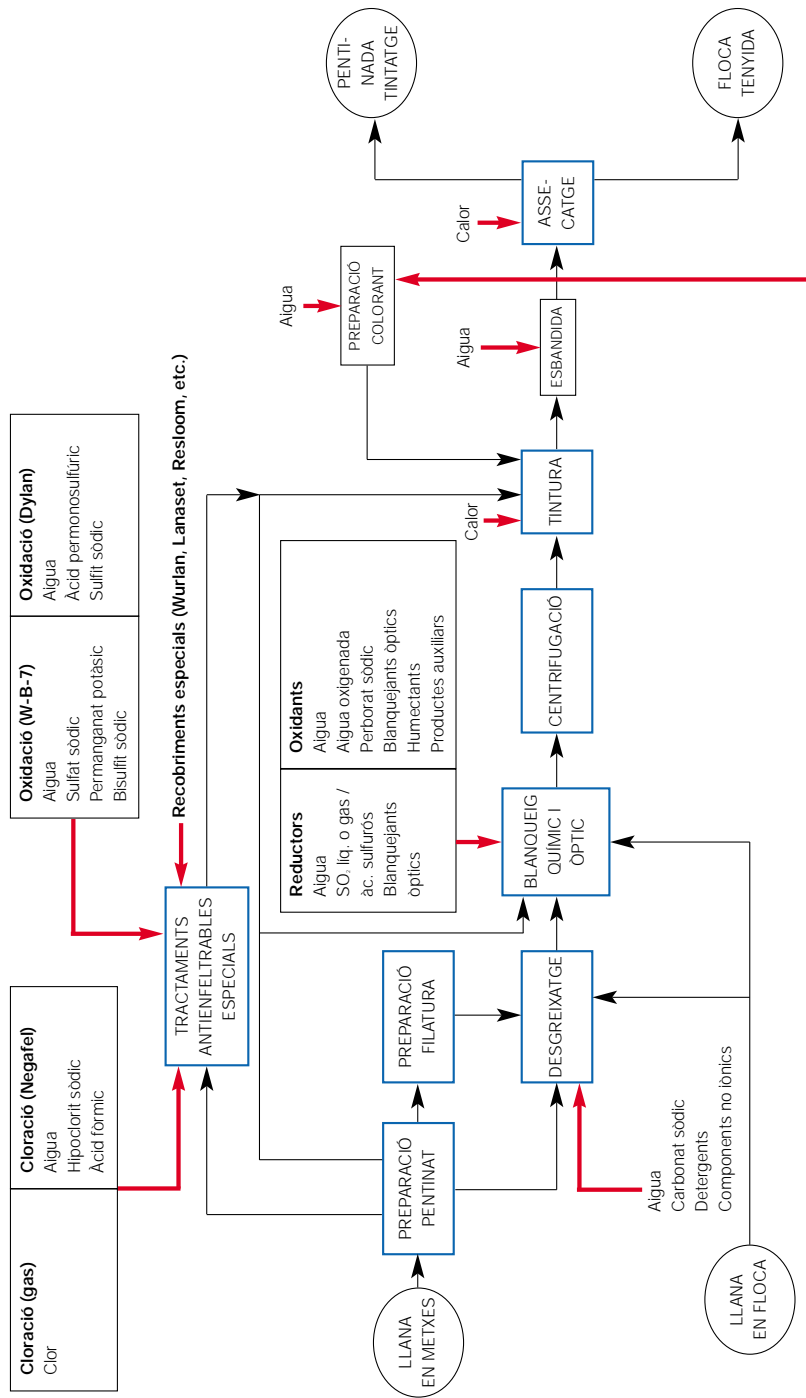
Després de la tintura, l'última operació és l'assecatge, que generalment es realitza en dues etapes:

- Eliminació mecànica d'aigua (hidroextracció)
- Assecatge pròpiament dit per aportament d'energia tèrmica.

Els assecadors poden ser:

- Per convecció (tipus cambra)
- Per contracorrent (tipus cinta perforada en túnel)
- Per radiacions d'alta freqüència o microones.

Esquema núm. 2 Esquema del procés de tintura de fibres de llana i barreges



MATERIES AUXILIARS SEGONS EL TIPUS DE COLORANTS			
Àcids	Premetal·litzats	Àcids cromatables	Reactius
Igualadors Àcid acètic/ formic Sulfat amònic Sulfat sodic	Detergents Àcid acètic Igualadors Sals amòniques	Sals de crom	Electròlit neutre Humectants Alcali (NaOH, NaHCO ₃ o Na ₂ CO ₃)

4.3.1.3. Cel·lulòsiques i barreges

Les fibres de raïó poden tenyir-se:

- En massa
- En filatura (amb barreges).

La tintura en massa es realitza amb el polímer en forma de gel durant l'etapa de la coagulació del polímer dins el procés de filatura en humit, que és com la productora de fibres denomina, durant l'etapa de fabricació d'un polímer, la manera de filament continu. Si la tintura es realitza amb la fibra tallada, l'operació és similar al procés de tintura de les fibres de cotó (vegeu l'apartat 4.3.1.1).

Les operacions són les següents (vegeu l'esquema 3):

- Descruatge o rentatge
- Blanqueig químic i òptic
- Tintura i acabat
- Assecatge.

Descruatge o rentatge

Les fibres de raïó no contenen gaire impureses i, en tot cas, són substàncies afegides de tipus gras per facilitar el procés mecànic de filatura que es poden extraure fàcilment. Per això, el rentatge previ en molts casos no es realitza com a operació separada i, en el cas de realitzar-s'hi, consisteix en un rentatge aquós amb tensioactius aniònics i carbonat sòdic, seguit d'una esbandida amb aigua amb o sense addició d'àcid acètic.

Blanqueig químic i òptic

L'operació de blanqueig només es realitza quan el color final és el blanc, ja que les fibres de raïó presenten un grau elevat de blanc apte per a la seva posterior tintura. Aquesta operació s'efectua mitjançant un blanqueig químic i òptic combinat, utilitzant aigua oxigenada al medi alcalí o clorur de sodi al medi àcid i blanquejant òptic, seguit d'una esbandida amb aigua.

Tintura

Els colorants utilitzats per tenyir filats de fibres cel·lulòsiques són habitualment els reactius, que s'apliquen en més d'un 30% dels casos. Segueixen, per importància, els sulfurosos, els directes i la tina.

Assecatge

L'operació d'assecatge és similar a les realitzades per a les fibres de cotó i filats de llana (vegeu els apartats 4.3.1.1 i 4.3.1.2).

4.3.1.4. Sintètiques i barreges

El procés de fibres sintètiques (vegeu l'esquema 3) consisteix bàsicament en les operacions següents:

- Descruatge o rentatge
- Vaporatge
- Blanqueig (només en casos necessaris)
- Tintura
- Assecatge.

Les operacions de descruatge, blanqueig i assecatge són idèntiques a les de les fibres cel·lulòsiques (vegeu l'apartat 4.3.1.3).

Vaporatge

L'operació de vaporatge s'ha d'aplicar als filats de fibres sintètiques soles o en barreges amb llana, cotó o cel·lulòsiques com a tractament previ a la tintura. El seu objectiu és alliberar les fibres sintètiques de les tensions a les quals han estat sotmeses en el decurs de l'estiratge en filatura, i dur-les, per relaxació tèrmica, de les tensions internes a un estat d'equilibri que les protegeixi de tota deformació posterior.

Tintura

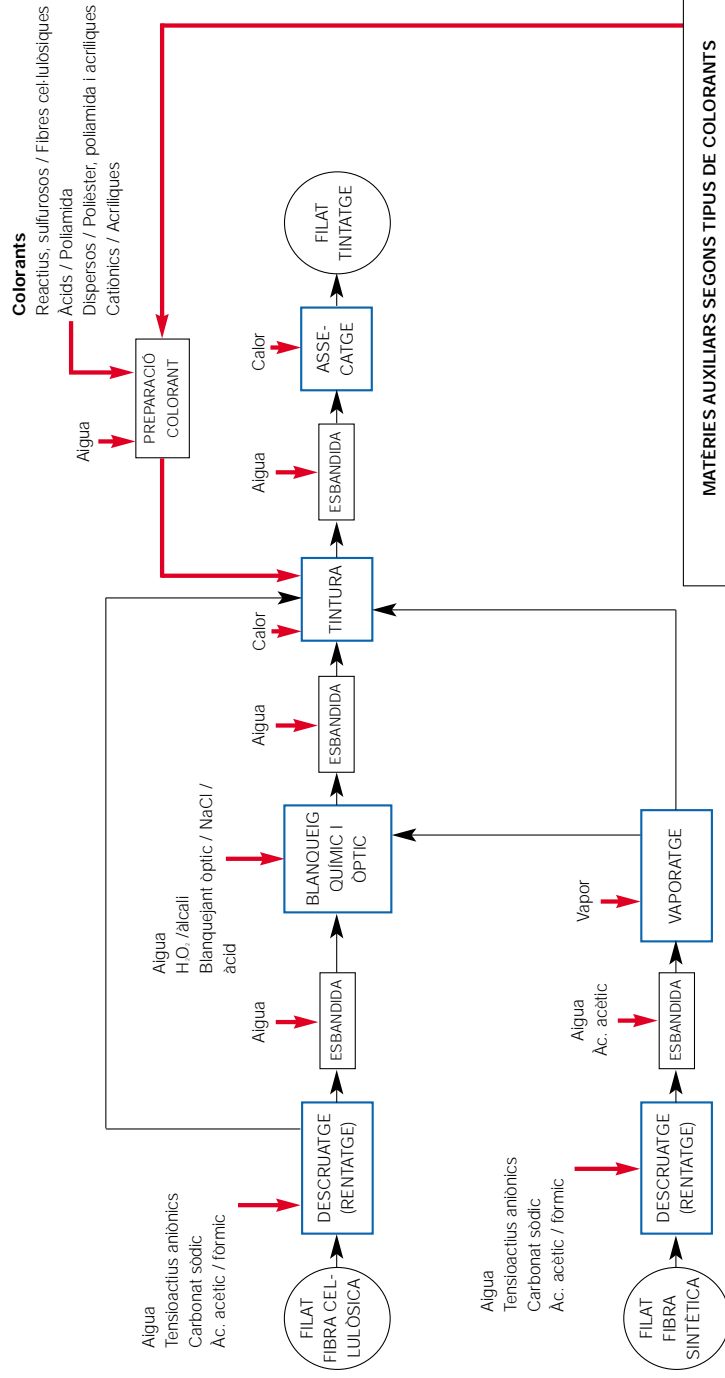
L'operació de tintura de les fibres sintètiques es realitza utilitzant colorants específics per a cada tipus de fibra:

- Colorants dispersos per al polièster, les poliamides i les acríliques
- Colorants àcids per a les poliamides
- Colorants catiónics per a les acríliques.

En el cas del polièster o barreges, posteriorment a la tintura sol realitzar-se un bany reductor per eliminar el colorant dispers que queda en la superfície de les fibres. Els components majoritaris d'aquest bany solen ser:

- Sosa càustica
- Hidrosulfit sòdic
- Agent dispersant.

Esquema núm. 3 Esquema del procés tintura fibres cel·lulòsiques / sintètiques



4.3.2. Tintura i acabats de teixits

4.3.2.1. Cotó i barreges

El procés de tintura i acabat de teixits de cotó i les seves barreges (vegeu l'esquema 4) consisteix bàsicament en les operacions següents:

- Socarrimada
- Desaprest
- Descruatge
- Merceritzatge i esbandida
- Blanqueig químic i òptic
- Assecatge
- Termofixació
- Tintura i esbandida
- Assecatge final
- Acabat.

Socarrimada

L'operació de socarrimada també es denomina gasar, cremar o flamejar, segons el procediment utilitzat. Té per objecte eliminar les fibril·les i vellositats que sobresurten del filat i també del teixit.

Desaprest

L'operació de desaprest o desencolatge té per objecte eliminar les coles afegides a l'ordit per al seu tissatge. Els procediments de desencolatge se seleccionen d'acord amb el tipus de cola present en el teixit:

- Desencolatge de coles de midó o fècula
Consisteix en un tractament amb enzims de tipus amilasa per degradar el midó o fècula, a un pH adequat i una temperatura establerta. També s'utilitza com a producte desencolant el persulfat sòdic.
- Desencolatge d'alcohol polivinílic (PVA), carboximetilcel·lulosa (CMC), (CMA), etc.
En tractar-se de coles hidrosolubles, s'eliminen directament amb un rentat de detergent a un pH adequat, segons els casos.
- Desencolatge de coles especials, que sempre requereix instruccions directes del seu fabricant. Les coles especials s'empren per aconseguir altes eficiències en teixidoria, per exemple en telers que insereixen la trama mitjançant un raig d'aigua.

Descruatge

L'operació de descruatge del cotó té per objecte eliminar les impureses de tipus natural que conté la fibra mateixa i que consisteixen en ceres, pectines i hemicel·luloses. El tractament es realitza en sistemes discontinus o continus mitjançant l'acció d'un àlcali, com la sosa càustica sola o en presència de productes detergents, per solubilitzar i/o emulsionar les impureses del

cotó, segrestants i petites quantitats de productes reductors, com l'hidrosulfit sòdic. S'anomena també bullit del cotó i pot realitzar-se en una autoclau a temperatura de 100 °C a 130-140 °C, de 2 a 8 hores en els processos discontinus. S'ha de realitzar un esbandit final amb aigua per extreure totes les impureses separades del cotó.

Merceritzatge i blanqueig

Les operacions de merceritzatge i blanqueig són similars a les descrites per al procés de tintura de filats de cotó (vegeu l'apartat 4.3.1.1).

Assecatge

Si el teixit té un component de fibres sintètiques, cal procedir a l'assecatge per poder realitzar la termofixació, tret que la termofixació es realitzi com a primera operació.

Termofixació

L'operació de termofixació s'ha d'aplicar a tots els teixits que continguin fibres sintètiques soles o en barreja amb fibres naturals o artificials, com a tractament previ als processos de tintura o estampació i com a tractament final. El seu objectiu és alliberar les fibres sintètiques de les tensions a les quals han estat sotmeses en el decurs de l'estiratge en filatura i dur-les, per relaxació de les tensions internes, a un estat d'equilibri que les protegeixi de tota deformació posterior. Perquè no es produeixin deformacions en processos posteriors en calent, cal que el teixit no sigui sotmès a un tractament a temperatura superior a la qual s'ha realitzat la termofixació. Es fa en un ram, amb el teixit a l'ample per possibilitar-ne la relaxació i fixació dimensional.

Tintura

Les famílies de colorants utilitzats per a la tintura de teixits de cotó i barreges són:

- Colorants directes
- Colorants azoics insolubles
- Colorants sulfurosos
- Colorants sulfurosos tipus soluble
- Colorants tina
- Colorants reactius
- Colorants dispersos
- Colorants àcids
- Colorants catiónics
- Colorants premetal·litzats.

Els productes auxiliars utilitzats segons el tipus de colorant apareixen en la taula de l'esquema 4.

Assecatge final

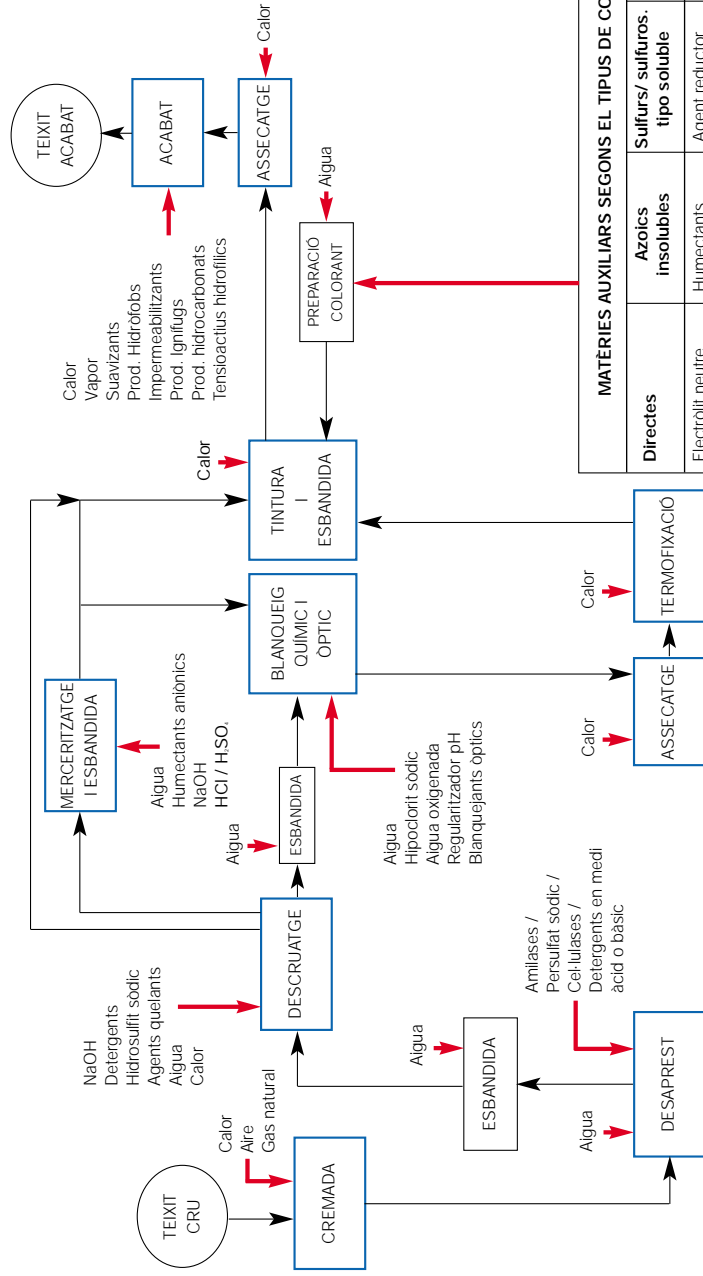
L'operació d'assecatge final és similar a les realitzades per a fibres de cotó (vegeu l'apartat 4.3.1.1).

Acabat

El teixit de fibra de cotó i les seves barreges admeten qualsevol dels acabats següents:

- Mecànics:
 - Calandratge
 - Tondosatge
 - Raspallada
 - Humectació
 - Perxatge
 - Palmer.
- Químics:
 - Antiarrugues
 - Impermeable
 - Suavitant
 - Hidròfug
 - Wash & wear
 - Antitaques
 - Ignífug.

Esquema núm. 4 Esquema del procés de tintura i acabat de teixits de cotó i les seves barreges



MATÈRIES AUXILIARS SEGONS EL TIPUS DE COLORANTS			
Directes	Azoics insolubles	Sulfurs/ sulfuros, tipo soluble	Tina
Electròlit neutre Humectants Igualadors	Humectants Detergents Àcid	Agent reductor Electròlit neutre Humectants Oxidant Detergent Acetat sòdic	NaOH Reductor Electròlit Humectants Igualadors Oxidants Detergent
Reactius	Catiónics	Dispersos	Premetal·litzats
Electròlit neutre Humectants Alcali (NaOH, NaHCO ₃ o Na ₂ CO ₃)	Retardadors catiónics o aniónics Igualadors Àcid acètic / formic	Dispersants Àcids Igualadors Ac. acètic / formic Sulfat amònic Sulfat sòdic	Detergents Àcid acètic Igualadors Sals amòniques

4.3.2.2. Llana i les seves barreges

El procés de tintura i acabat de teixits de llana i les seves barreges (vegeu l'esquema 5) consisteix, bàsicament, en les operacions següents:

- Carbonització
- Rentatge químic o amb dissolvents
- Fixació
- Batanatge
- Blanqueig
- Termofixació
- Tintura
- Assecatge
- Acabat.

Carbonització

L'operació de carbonització té per objecte eliminar per la via química les restes de les matèries cel·lulòsiques que, a manera d'impureses, acompanyen la llana. Es realitza impregnant la llana amb àcids minerals forts o amb les sals que generin aquests àcids, seguit de l'assecatge i posterior tractament a una temperatura de 105-115 °C.

El procés de carbonització de la llana en continu té les etapes següents:

- Impregnar amb una solució aquosa d'àcid sulfúric i amb l'addició d'un agent humectant estable en el medi àcid
- Assecar en dues cambres, la primera a 60 °C i la segona de 80 a 90 °C
- Carbonitzar en estufa a 105-110 °C
- Batre en una màquina batedora per eliminar les partícules vegetals carbonitzades adherides a la llana
- Neutralitzar l'àcid contingut en la fibra, i rentar a fons per eliminar qualsevol excés d'alcalinitat sobre la fibra.

Rentatge químic o amb dissolvents

El rentatge dels teixits de llana és una operació que pot realitzar-se i repetir-se en diversos moments de la totalitat del procés. Així, per exemple, s'efectua sobre la peça que surt del teler, sobre la peça que surt del batan o sobre la peça que surt de la tintura. S'utilitza sempre que calgui per eliminar residus de substàncies estranyes que no s'hagin tret encara de la fibra o que s'hagin dipositat en el teixit accidentalment; o bé per neutralitzar la mala olor que de vegades té el teixit. En tintura, interessa especialment el primer cas, o sigui, rentar sobre la peça que surt del teler. Aquesta operació consisteix a eliminar les substàncies addicionals a la fibra de llana durant el seu procés de filatura i les quals, eventualment, s'agreguen en l'encolatge dels fils d'ordit per a la teixidura. Es tracta d'un procés realitzat, generalment, de manera discontinua amb el teixit en forma de corda. Les solucions emprades en el rentatge químic depenen del tipus de residu o substància estranya que contingui el teixit i, en general, es poden agrupar en dos tipus:

- Neutres, constituïdes per aigua a 80-90 °C per eliminar coles, dextrines i detergents d'anió actiu. S'empren en el rentatge d'articles tenyits amb colorants a l'àcid, que no poden rentar-se per procediments corrents, ja que la tintura es desmuntaria
- Alcalines, formades, en general, de carbonat sòdic i sabó.

El rentatge també pot efectuar-se amb dissolvents per eliminar els greixos que incorpora la fibra, tant residuals com olis i lubricants utilitzats per facilitar el procés de tissatge. Els desengreixants emprats en el rentatge amb dissolvents són barreges i emulsions de dissolvents de compostos organohalogenats (tricloroetilè i percloroetilè). Cal fer especial èmfasi en que les instal·lacions on s'utilitzen aquests dissolvents han de ser estanques per a evitar que els vapors passin a l'atmosfera. Aquests dissolvents esgotats poden regenerar-se mitjançant un procés de destil·lació.

Fixació

L'operació de fixació inclou una sèrie de procediments que tenen per objecte aconseguir un determinat grau d'estabilitat dimensional de la fibra de llana i els seus manufacturats, fils i teixits, quan aquests se sotmeten a tractaments posteriors en humit. Hi ha diferents graus de fixació, segons la intensitat del tractament, que dependrà del grau d'estabilitat que es desitgi als tractaments posteriors en humit. Així, es poden considerar els graus o tipus següents:

- Fixació cohesiva, que és la fixació que desapareix quan el teixit es relaxa en aigua freda
- Fixació temporal, que és la fixació estable a la relaxació en aigua freda, però no ho és en aigua calenta com a operació prèvia a la tintura
- Fixació permanent, que és la fixació estable a la relaxació en aigua calenta, com a operació d'acabat.

Els procediments industrials més emprats per efectuar la fixació dels articles de llana, tal com es requereix com a operació prèvia als tractaments de rentatge o tintura, són dos: la fixació en màquina *crabbing* i l'efectuada en màquina de decatissatge.

- La fixació en màquina *crabbing* s'efectua fent passar el teixit completament a l'ample a través d'aigua en ebullició, enrotllant-lo sota pressió en un cilindre de ferro que està prèviament submergit en aigua a la temperatura desitjada (70-100 °C). Una vegada enrotllat, segueix girant dins l'aigua bullint durant el temps que cal per aconseguir el grau de fixació que es desitgi. Finalment, els teixits se submergeixen en aigua freda per refredar-los i es mantenen enrotllats de la mateixa manera. Les solucions emprades poden variar des d'aigua fins a sabó o l'àlcali, però generalment el tractament té lloc amb aigua sola.
- La fixació en la màquina de decatissatge consisteix a enrotllar el teixit de llana, acompanyat per un teixit de cotó o polièster, en un cilindre foradat de coure per sotmetre'l després a l'acció del vapor. La intensitat de la fixació depèn del temps que duri l'acció del vapor, de la seva temperatura i del grau de refredament efectuat sobre el teixit abans de desenrotllar-lo.

Batanatge

L'operació de batanatge, anomenada també enfortiment o enfeltrament, consisteix a embrollar progressivament les fibres de llana gràcies a la seva superfície escamosa, originant així un canvi dimensional de la peça del teixit, que es tradueix en un augment de l'espessor i en una disminució de longitud i amplària. S'aplica a teixits d'estany i de llana cardada. Es realitza en la màquina denominada batan, en la qual el teixit en corda sense fi és comprimit per facilitar l'enfeltrament que es produeix en presència d'humitat i en un medi àcid o alcalí. Els valors idonis perquè es filtri al medi alcalí són pH 10 i 44 °C i, per a l'àcid, pH 0,5 i 44 °C. En l'enfeltrament alcalí, s'utilitza preferentment el sabó en comptes d'hidròxid o carbonat sòdic, ja que actua com a lubricant i facilita considerablement el moviment de les fibres.

Blanqueig químic i òptic

L'operació de blanqueig de teixits de llana i les seves barreges té característiques similars a les descrites en l'apartat 4.3.1.2 per al procés de tintura de fibres i filats de llana.

Termofixació

La termofixació dels teixits que barregen llana amb fibres químiques té per objecte aconseguir-ne una estabilitat dimensional, alhora que una fixació de l'ample i del pes per metre quadrat de teixit, mitjançant un escalfament fins a arribar a la temperatura de termofixació i un posterior refredament en l'interior de la màquina ram.

Tintura

Les famílies de colorants utilitzats per a la tintura de teixits de llana són:

- Colorants catiónics
- Colorants àcids
- Colorants premetal·litzats
- Colorants al crom
- Colorants reactius per a la llana.

Els productes auxiliars utilitzats segons el tipus de colorant apareixen en la taula de l'esquema 5.

Assecatge

Com en el cas d'altres processos, l'operació d'assecatge es realitza, després dels tractaments en humit, generalment en dues etapes:

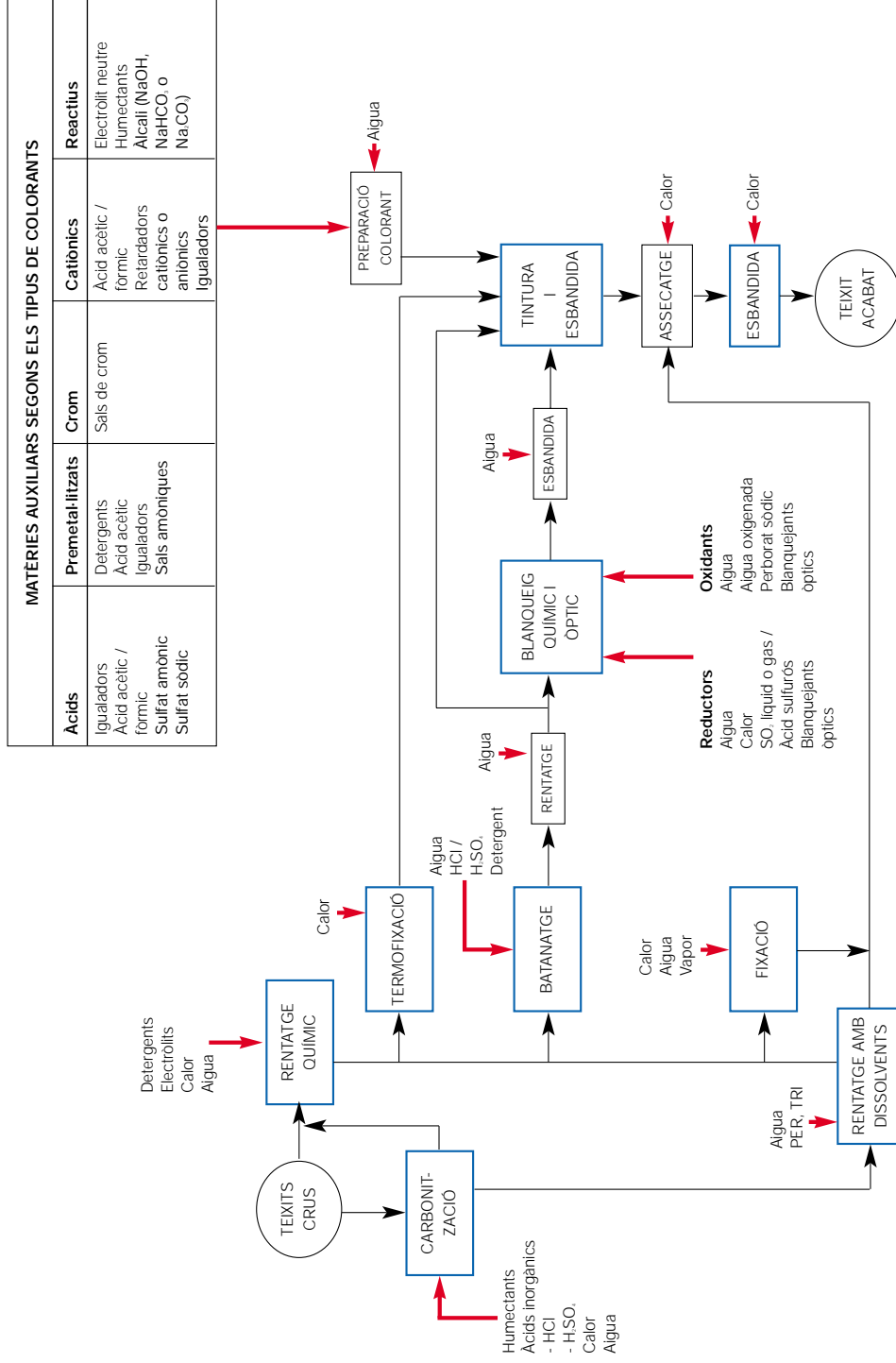
- Eliminar l'aigua d'una manera mecànica
- Assecar mitjançant l'aportació d'energia tèrmica.

Acabat

L'acabat és l'última operació. En els teixits de llana se solen aplicar fonamentalment acabats de tipus mecànic com:

- Fixació permanent
- Perxatge
- Tondosatge
- Raspallada
- Humectació
- Premsatge
- Decatissatge
- Calandratge.

Esquema núm. 5 Esquema del procés de tintura i acabat de teixits de llana i barreges



4.3.3. Tintura i acabats de gèneres de punt

La producció de teixits de punt requereix una lubricació eficient dels elements mecànics de la màquina de teixir i de les agulles, fet que implica que el fil conduït per les agulles durant el procés de fabricació arrossegui i retengui part dels lubricants que s'utilitzen.

Segons el tipus de fibres que formen el teixit de punt, el procés d'ennobliment tèxtil pot iniciar-se mitjançant operacions de rentatge en medi aquós o mitjançant operacions de tractament tèrmic, generalment en ram, amb l'objectiu d'estabilitzar d'una manera dimensional el teixit de punt (termofixació).

4.3.3.1. Cotó i barreges

Els gèneres de punt destinats a roba interior solen ser de cotó 100% o amb una elevada proporció de cotó, i una part important només es blanquegen i reben un acabat suavitzant. Les operacions de tintura que poden aplicar-se sobre la peça o sobre el gènere de punt segueixen les mateixes operacions (excepte el desencolatge) que en el cas de la tintura de teixits de cotó (vegeu l'apartat 4.3.2.1). D'altra banda, la crema, força habitual en els teixits, no és tan freqüent en el gènere de punt. Alguns tèxtils de gènere de punt de cotó poden ser sotmesos, posteriorment, a un procés d'estampació (vegeu l'apartat 4.4).

4.3.3.2. Llana i barreges

El procés de tintura i acabat de gèneres de punt de llana i barreges (vegeu l'esquema 6) inclou les operacions següents:

- Rentatge / desgreixatge
- Rentatge amb dissolvents
- Blanqueig químic i òptic
- Tintura i esbandida
- Assecatge
- Acabat.

Rentatge / desgreixatge

L'operació de rentatge o desgreixatge de gèneres de punt de llana i barreges és similar a la que s'ha descrit en el procés de tintura i acabat de teixits de llana i les seves barreges (vegeu l'apartat 4.3.2.2).

Rentatge amb dissolvents

A causa de les característiques greixoses de gran part de les matèries que contenen les fibres de llana, la seva eliminació també es realitza mitjançant un rentatge amb dissolvents orgànics clorats en instal·lacions estanques, fonamentalment tricloroetilè o percloroetilè, durant el qual s'emulsiona una petita quantitat d'aigua. El procés de rentatge pot realitzar-se per lots o en

continu en instal·lacions que incorporen sistemes de recuperació del dissolvent per destil·lació.

Blanqueig químic i òptic

L'operació de blanqueig de teixits de llana i les seves barreges té unes característiques similars a les que s'han descrit en l'apartat 4.3.1.2 per al procés de tintura de fibres i filats de llana.

Tintura i aclarides

Les famílies de colorants utilitzats per tenyir gèneres de punt de llana són:

- Colorants catiónics
- Colorants àcids
- Colorants premetal·litzats
- Colorants al crom
- Colorants reactius.

Els productes auxiliars utilitzats segons el tipus de colorant apareixen en la taula de l'esquema 6.

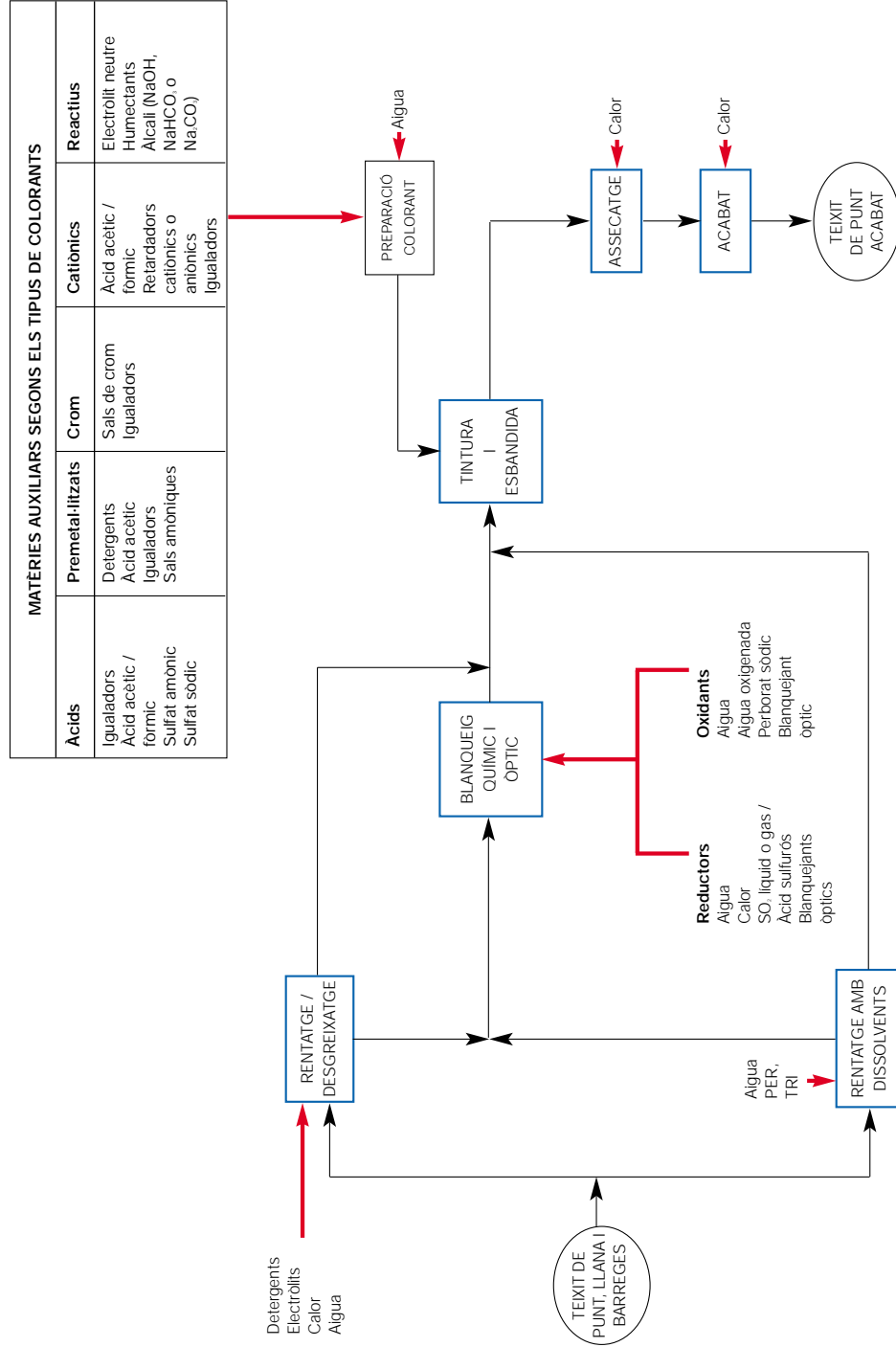
Assecatge

Com en el cas d'altres processos descrits, l'operació d'assecatge es realitza després dels tractaments en humit, generalment en dues etapes. Els tipus d'assecadors utilitzats són similars als que s'han esmentat en els apartats anteriors d'assecatge.

Acabat

Finalment, les operacions d'acabat de gèneres de punt de llana i barreges són de tipus mecànic, igual que les que s'apliquen als teixits de llana (vegeu l'apartat 4.3.1.2).

Esquema núm. 6 Esquema del procés de tintura i acabat de gèneres de punt de llana i barreges



4.3.3.3. Cel·lulòsics i barreges

El procés de tintura de gèneres de punt cel·lulòsics i barreges (vegeu l'esquema 7) inclou les operacions següents:

- Descruatge
- Blanqueig químic i òptic
- Tintura
- Assecatge
- Termofixació
- Acabat.

Descruatge i blanqueig

Les operacions de descruatge i blanqueig són similars a les que s'han descrit per al procés cotoner de tintura de pentinades i filats en l'apartat 4.3.1.1.

Tintura

Entre els tipus de colorants utilitzats en aquesta operació s'inclouen:

- Colorants directes
- Colorants sulfurosos
- Colorants sulfurosos tipus soluble
- Colorants tina
- Colorants reactius.

Els productes auxiliars utilitzats segons el tipus de colorant apareixen en la taula de l'esquema 7.

Assecatge

Com en el cas d'altres processos descrits, l'operació d'assecatge es realitza després dels tractaments en humit, generalment en dues etapes. Els tipus d'assecadors utilitzats són similars als esmentats en l'apartat 4.3.2.1.

Termofixació

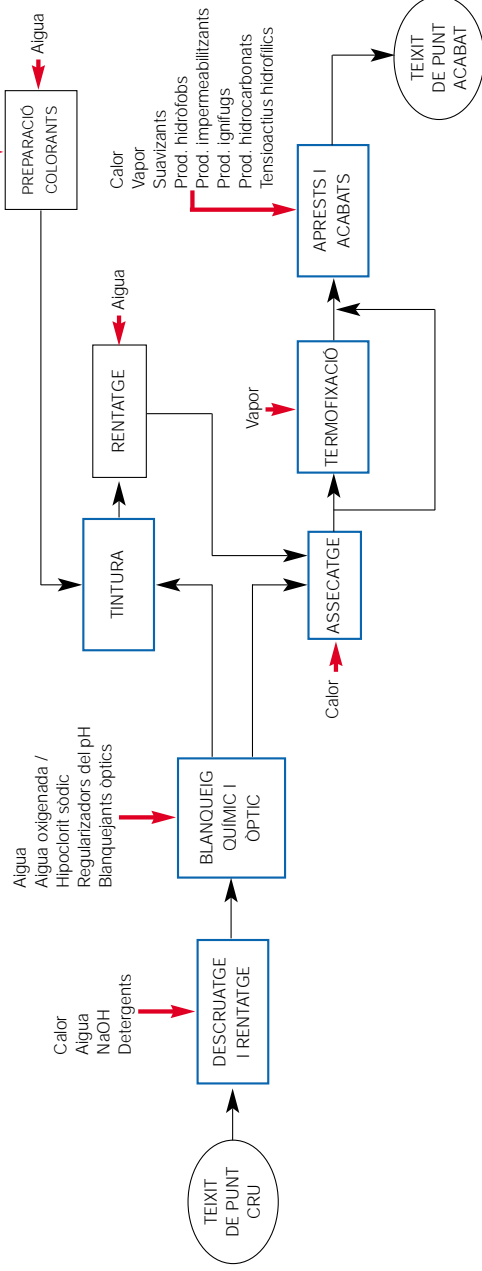
L'operació de termofixació, com es va comentar prèviament (vegeu l'apartat 4.3.1.4), s'aplica als teixits de punt que continguin un percentatge elevat de fibres sintètiques.

Acabat

Les operacions d'acabat de gèneres de punt de cel·lulòsiques i barreges són similars a les que s'han descrit en l'apartat 4.3.2.1 per a l'acabat de teixits de cotó i les seves barreges.

Esquema núm. 7 Esquema del procés de tintura i acabat de gèneres de punt de cel·lulòsiques i barreges

MATÈRIES AUXILIARS SEGONS TIPUS DE COLORANTS			
Directes	Sulfurosos	Tina	Sulfurosos tipus soluble
Electròlit neutre Humectants Igualadors	Agent reductor Electròlit neutre Humectant Oxidant Acetat sòdic	NaOH Reductor Electròlit Humectants Igualadors Oxidants	Agent reductor Electròlit neutre Humectant Oxidant Detergent Acetat sòdic
Reactius			
Electròlit neutre Humectants Alcali (NaOH, NaHCO ₃ o NaCO ₃)			



4.4. Processos d'estampació i acabats

4.4.1. *Descripció dels processos d'estampació*

L'estampació és un altre tipus de procés que dóna color al teixit. Aquesta coloració no es realitza de manera uniforme sinó en forma de dibuix amb la utilització de diferents tecnologies.

Les tècniques d'estampació es classifiquen en:

Estampació directa

Les pastes d'estampació contenen els colorants amb els quals s'obtenen els diferents colors del teixit estampat. Generalment s'estampa sobre el teixit blanquejat i preparat per a l'estampació. L'estampació directa comprèn un conjunt de tecnologies:

- Estampació directa amb colorants solubles (la pasta d'estampació conté els colorants adequats a cada tipus de fibra que s'estampa)
- Estampació directa amb pigments (la pasta d'estampació conté lligants i reticulants capaços de fixar físicament el pigment a la majoria dels tipus de fibres i barreges)
- Estampació directa per transferència (d'un paper prèviament estampat per la tècnica directa amb tints de colorants dispersos sublimables, posat en contacte amb un teixit de polièster, per l'acció de la temperatura i de la pressió, els colorants passen al teixit per un procés de sublimació).

Estampació per corrosió

La pasta d'estampació conté agents de corrosió dels colorants prèviament aplicats al teixit mitjançant diferents procediments. Se'n distingeixen:

- Estampació per corrosió blanca: els motius estampats són el resultat de la corrosió blanca dels colorants del fons del teixit
- Estampació per corrosió il·luminada: a més dels agents de corrosió, la pasta d'estampació incorpora colorants resistents als agents de corrosió i amb capacitat de fixar-se en el teixit.

Estampació per reserva

S'estampa un agent de reserva sobre el teixit blanquejat que impedeix totalment o parcial la penetració del colorant durant la tintura del teixit. Un criteri complementari es dóna atenent a la maquinària d'estampació que es relaciona:

- Taula llarga
- Taula rotatòria
- Màquina d'estampació de peces: oval o estrella
- Màquina automàtica: quadres plans o cilindres microperforats
- Màquina de cilindres foratgravats
- Màquina per estampar moquetes
- Màquina d'estampació digital.

4.4.2. Pastes colorants utilitzades en el procés d'estampació

Les pastes d'estampació estan compostes per:

- Colorants
- Espessidors
- Agents auxiliars.

Colorants

Els colorants emprats en l'estampació, igual que en la tintura, dependran de la fibra a treballar i de les solideses o d'altres qualitats requerides pel gènere, però, en l'estampació, influeix també el mètode d'aplicació que s'utilitzi. En la taula següent, es mostren els colorants utilitzats normalment a l'hora d'estampar les diferents fibres.

Taula 18. Combinatòria dels colorants i pigments en l'estampació

Tipus colorants	Aplicacions			
	Cotó	Llana	Cel·lulòsiques	Sintètiques
Directes	X	-	X	-
Tina	X	-	X	-
Reactius	X	X	X	-
Àcids	-	X	-	(PA)
Dispersos	-	-	-	X
Premetal·litzats	-	X	-	(PA)
Pigments	X	-	X	X

Espessidors

Els espessidors emprats en l'estampació tèxtil poden ser naturals o sintètics; els primers s'utilitzen més, encara que els sintètics i els naturals modificats químicament van augmentant en importància per a algunes aplicacions especials. La selecció dels espessidors per aplicar en una determinada classe de colorants depèn, en general, del mètode d'estampació i de la classe del teixit que s'ha d'estampar. Entre els espessidors utilitzats s'inclouen:

- Midons, dextrines i midons modificats
- Goma de tragacant
- Goma del Senegal i goma aràbiga
- Mucilags
- Espessidors sintètics.

Agents auxiliars

Entre els agents auxiliars utilitzats s'inclouen:

- Mordents d'origen vegetal, com els tanins
- Mordents metàl·lics, com els acetats, sulfoacetats i acetats bàsics d'alumini i ferro
- Agents hidrotrops constituïts per:
 - Sulfonats aromàtics de cadena curta
 - Productes que contenen grups carbonil
 - Els anomenats tipus ureics (urea, formamida, acetamida, acetona, èster acètic, etc.)
 - Portadors de grups OH, com alcohols mono i polivalents.

Corrosius

- Oxidants: Els oxidants més emprats com a corrosius són el dicromat potàssic, el cromat potàssic, el dicromat i cromat sòdics, el clorat sòdic i potàssic, el ferricianur potàssic, els bromats alcalins i d'alumini, els persulfats i perborats i alguns peròxids com els de manganès i plom
- Reductors: Els reductors tenen diverses aplicacions, com ara reduir colorants com l'indi per poder-lo eliminar encara que sigui parcialment, i, en el cas dels colorants de tipus azoic, destruir aquest grup transformant el colorant en productes pràcticament incoloros. Entre els reductors més utilitzats, hi ha la pols de zinc, el clorur estanyós, l'hidrosulfit sòdic, el formaldehid-sulfoxilat sòdic, la glucosa, el sulfit i els bisulfits alcalins.

4.4.3. *Principals operacions del procés d'estampació*

En els diferents sistemes d'estampació (vegeu l'esquema 8), s'efectuen totes o part de les operacions següents:

- Preparació del teixit
- Stampació de les diferents pastes (colors) i assecatge
- Fixació del color (vaporatge)
- Rentatge
- Polimerització
- Aprest.

Preparació del teixit

La preparació consta de les operacions auxiliars del teixit, perquè presenti una hidrofília elevada i uniforme, una superfície exempta de fibres i un grau de blanc adequat.

Stampació i assecatge

Consisteix a aplicar la pasta d'estampació sobre el material tèxtil. Les tècniques d'estampació són:

- Directa
- Per corrosió
- Per reserva.

En el cas d'estampació directa o per corrosió, l'assecatge posterior a l'estampació es realitza en aparells assecadors de diferents tipus just després del procés d'estampació, segons la classe de fibra i l'operació emprada. El sistema més utilitzat actualment és el de l'assecatge del teixit estampat amb aire calent. En l'estampació per reserva, el teixit ha de sotmetre's a una tintura i a un posterior procés de rentatge i acabat.

Fixació del color

La fixació s'efectua després de l'estampació i l'assecatge, per evitar que s'emborratxin els colors o que hi apareguin taques. La fixació més usual és mitjançant el vaporatge. La seva missió és produir, per mitjà del vapor, una solubilització del colorant que, conjuntament amb l'efecte de la temperatura, faciliti el seu pas de la pasta cap a l'interior del teixit.

Les condicions de pressió i temperatura del vapor, el temps de vaporatge i l'ús de vapor saturat o reescalfat depenen de la classe de fibra, del colorant emprat i de l'operació d'estampació que s'empra. S'efectua en cambres o autoclaus, segons es treballi de manera contínua o discontinua.

Rentatge

La seva funció és eliminar l'agent espessidor emprat i els altres components de les pastes d'estampació que no s'han fixat en el teixit, i la manera d'efectuar-ho depèn de quatre factors, que són:

- Sistema d'estampació
- Classe de colorant
- Espessidor
- Tipus de teixit.

Polimerització

L'operació de polimerització, que té per objecte polimeritzar i reticular els lligants en el sistema d'estampació amb pigments, consisteix a sotmetre el tèxtil estampat en una cambra amb aire calent a una temperatura de 150-170 °C durant aproximadament 5-6 minuts.

Aprest

S'incorporen productes químics que milloren les característiques del teixit. Per exemple, suavitat, hidrofugació, ignifugació, etc.

4.4.4. *Altres processos d'estampació*

Estampació per aerografia

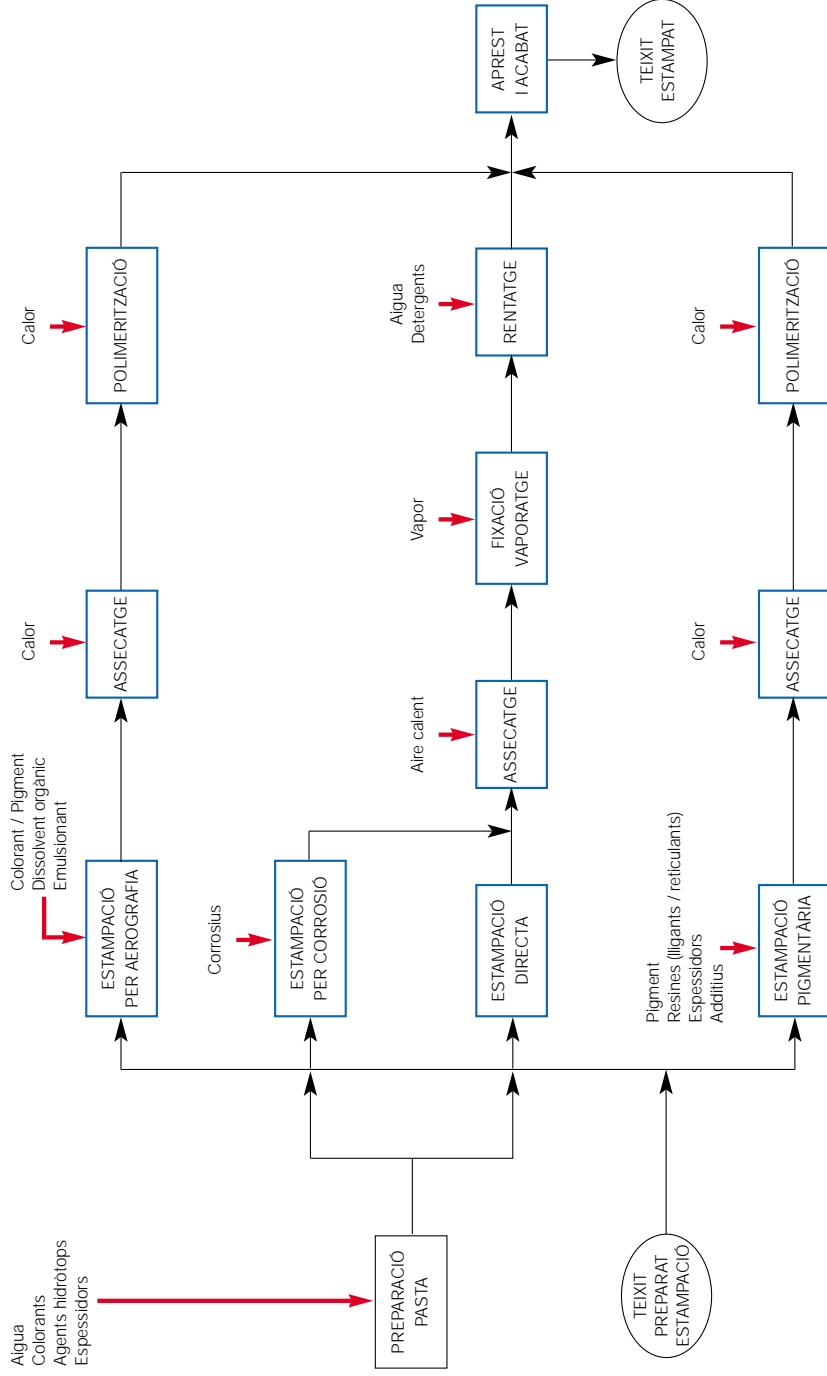
L'estampació per aerografia és un subprocés d'aplicació relativament recent. Consisteix a aplicar el colorant o pigment sobre el teixit mitjançant l'aspersió amb aire comprimit, a pistola, usant una dissolució aquosa o en presència de dissolvents orgànics, de baixa viscositat, a tra-

vés d'una màscara amb el dibuix a estampar. Després d'aplicar el pigment colorant, s'asseca l'estampació a l'aire, la qual cosa indueix a substituir les formulacions aquoses per altres amb dissolvents orgànics, d'evaporació més ràpida. La composició del tint a aplicar inclou tant els dissolvents per fluidificar la dispersió del pigment com les resines necessàries per lligar el colorant a la superfície del teixit.

4.4.5. *Acabats de teixits estampats*

Després de l'estampació, es poden efectuar al teixit els mateixos tractaments d'acabat que s'utilitzen en els processos de tintura de teixits.

Esquema núm. 8 Esquema del procés d'estampació i acabat (teixits, gèneres de punt)



4.5. Consum de recursos

En les taules 19 a 25, s'apleguen les dades facilitades pel Consell Intertèxtil Espanyol (1998) sobre els consums d'aigua, electricitat, energia tèrmica, vapor, colorants, pigments, productes químics i productes auxiliars, corresponents a les operacions de:

- Tint en floca de llana
- Tintura de filats
- Tintura en teixit
- Blanqueig
- Acabat
- Estampació.

I els processos de:

- Blanqueig - tint en peça i acabat
- Blanqueig - tint - acabat i estampació.

**Taula 19. Consum de recursos
Producció - Tint en floca 20.000 t/any**

Recurs	Consum específic	Consum global anual
Aigua	70 m ³ /t	1.400.000 m ³
Electricitat	940 kWh/t	18.805.000 kWh
Energia tèrmica	14.200 MJ/t	284.000.000 MJ
Vapor	6,15 t/t	123.000 t
Colorants	30 kg/t	600 t
Pigments	-	-
Productes químics	50 kg/t	1.000 t
Productes auxiliars	50 kg/t	1.000 t

Font: Consell Intertèxtil Espanyol

**Taula 20. Consum de recursos
Producció - Tintura en filats 109.000 t/any**

Recurs	Consum específic	Consum global anual
Aigua	68 m ³ /t	7.412.000 m ³
Electricitat	940 kWh/t	102.490.000 kWh
Energia tèrmica	14.200 MJ/t	1.547.800.000 MJ
Vapor	6,17 t/t	672.530 t
Colorants	20 kg/t	2.180 t
Pigments	-	-
Productes químics	50 kg/t	5.450 t
Productes auxiliars	100 kg/t	10.900 t

Font: Consell Intertèxtil Espanyol

**Taula 21. Consum de recursos
Producció - Tint en teixit 226.000 t/any**

Recurs	Consum específic	Consum global anual
Aigua	80 m ³ /t 12 l/m lineal	18.080.000 m ³
Electricitat	2.340 kWh/t 0,35 kWh/t lineal	528.840.000 kWh
Energia tèrmica	12.600 MJ/t	2.847.600.000 MJ
Vapor	5,5 t/t 0,82 kg/m lineal	1.243.000 t
Colorants	20 kg/t	4.520 t
Pigments	-	-
Productes químics	50 kg/t	11.300 t
Productes auxiliars	100 kg/t	22.600 t

Font: Consell Intertèxtil Espanyol

Taula 22. Consum de recursos
Producció - Blanqueig: 70% filats = 76.300 t/any
85% teixits = 192.100 t/any

Recurs	Consum específic	Consum global anual
Aigua	25,1 m³/t	6.736.840 m³
Electricitat	115 kWh/t	30.888.750 kWh
Energia tèrmica	-	-
Vapor	-	-
Colorants	-	-
Pigments	-	-
Productes químics	55 kg/t	14.752 t
Productes auxiliars	20 kg/t	5.368 t

Font: Consell Intertèxtil Espanyol

Taula 23. Consum de recursos
Producció - Acabats 319.000 t/any

Recurs	Consum específic	Consum global anual
Aigua	61,5 m³/t	19.605.000 m³
Electricitat	930 kWh/t 0,14 kWh/t lineal	528.840.000 kWh
Energia tèrmica	26.930 MJ/t	8.590.106 MJ
Vapor	11,7 t/t 1,75 kg/m lineal	3.734.800 t
Colorants	-	-
Pigments	-	-
Productes químics	-	-
Productes auxiliars	80 kg/t	25.520 t

Relació: 0,15 kg/m lineal teixit
 Font: Consell Intertèxtil Espanyol

**Taula 24. Consum de recursos
Producció - Estampats 43.000 t/any**

Recurs	Consum específic	Consum global anual
Aigua	50 m ³ /t 7,5 l/m lineal	2.150.000 m ³
Electricitat	863,7 kWh/t 0,13 kWh/t lineal	37.140.000 kWh
Energia tèrmica	-	-
Vapor	-	-
Colorants	10 kg/t	430 t
Pigments	10 kg/t	430 t
Productes químics	-	-
Productes auxiliars	160 kg/t	6.880 t

Relació: 0,15 kg/m lineal teixit
Font: Consell Intertèxtil Espanyol

Taula 25. Consum de recursos per procés

Recurs	Consum específic	Consum global anual
Aigua (en l/m lineal)	24,9	32,4
Electricitat (kWh/ml)	0,51	0,64
Vapor (kg/m lineal)	2,55	2,55
Colorants %	0,56	0,63
Productes químics %	1,39	1,32
Productes auxiliars %	0,60	7,10

Font: Consell Intertèxtil Espanyol

D'altra banda, en la taula 26 es compara la informació compresa en l'estudi elaborat pel Ministeri d'Obres Públiques i Transports, en l'auditoria al sector tèxtil pel Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya i en l'estudi de la Fundació COTEC sobre el consum d'aigua en distints processos de tintura, estampació i acabats.

**Taula 26. Comparativa consums d'aigua
(en l/kg matèria processada)**

Procés	Estudi MOPT (1992)	Auditoria DMA (1992)	Estudi COTEC (1999)
Tintura de pentinades i filats	75-100	50-75	75-100
Tintura i acabat teixits de cotó i barreges	-	125-200	400-500
Tintura i acabat teixits de llana i barreges	-	100-300	150
Tintura i acabat gèneres de punt	100-150	90-150	100-150
Estampació (teixits i gèneres de punt)	-	130-200	9-19

De la comparació entre les dades disponibles sobre el consum d'aigua procedents de les tres fonts bibliogràfiques, cal remarcar:

- L'existència d'una elevada concordança entre les dades corresponents a la tintura de pentinades i filats, i a la tintura i acabats de gènere de punt
- L'existència d'una elevada discrepància entre l'estampació de teixits, que podria estar motivada perquè l'estudi del DMA inclou les operacions de tintura i estampació (estampació en reserva)
- El consum encara elevat d'aigua, a causa del fet que una gran part de les operacions es realitza en humit; en aquest camp s'han produït els majors avenços, i s'estima que en els darrers anys s'hi ha aconseguit una reducció d'un 50% aproximadament.

Des del punt de vista del consum d'altres recursos, els aspectes remarcables en aquests processos són:

- El consum relativament elevat d'energia
- L'ampli espectre de colorants, pigments, productes químics i productes auxiliars de tot tipus, mínimament incorporats al producte final, i la seva incidència en els corrents residuals generats, que es tracta en el capítol següent.

5

Identificació i descripció de corrents residuals

Els processos descrits en el capítol anterior generen uns corrents residuals que, de major a menor importància, poden ordenar-se de la forma següent:

- Aigües residuals
- Residus
- Emissions a l'atmosfera.

Les aigües residuals presenten, en general, problemes de color, temperatura relativament elevada i altes concentracions de DBO_5 , DQO, sòlids en suspensió, toxicitat i conductivitat. Les seves característiques poden presentar grans variacions a causa de l'ampli espectre de colorants, pigments, productes auxiliars i processos utilitzats.

Tant les aigües com la resta dels corrents residuals s'analitzen en aquest capítol, segons la seva procedència, i es presenten com:

- Corrents residuals específics generats per les operacions dels processos mateixos
- Corrents residuals associats
- Altres corrents residuals.

5.1. Principals corrents residuals generats pels processos mateixos

5.1.1. *Tintura de fibres i filats*

5.1.1.1. Cotó i barreges (vegeu l'esquema 9)

Aigües residuals

En l'operació de descruatge, les aigües procedents de les esbandides i del bany mateix contenen una elevada càrrega orgànica i una elevada alcalinitat, a causa dels detergents emprats al medi bàsic que, a més, apleguen totes les impureses que conté la fibra mateixa com ara ceres, greixos, sals sòdiques i sals càlciques.

El merceritzatge genera unes aigües de rentatge molt alcalines, excepte si les restes alcalines de la fibra es neutralitzen, ja que aleshores les aigües de rentatge són àcides. Si s'han utilitzat humectants anònics, aquests estan presents en les aigües residuals del rentatge. El bany esgotat, amb alta concentració de sosa, no es barreja amb les aigües residuals del rentatge, sinó que es recupera.

Les aigües residuals procedents de l'esbandida i el bany mateix del blanqueig contenen sals orgàniques, restes d'agents oxidants i blanquejants òptics.

Si s'utilitza el clor o compostos de clor per al blanqueig, es formen compostos organoclorats volàtils en les aigües.

Les aigües residuals de les esbandides de la tintura i el bany mateix de tintura esgotat, a més de restes de colorant, contenen productes auxiliars utilitzats segons la taula de l'esquema 1.

La barreja de totes aquestes aigües de rentatge i banys, que contenen totes les matèries auxiliars, tints i impureses de les fibres, fan que les aigües residuals integrades, que provenen de les operacions de tintura de fibres de cotó, presentin la caracterització de contaminants següent:

Taula 27. Caracterització d'aigües residuals de tintura de fibres cotó

Paràmetre	Rang de concentració
pH	10-12
DQO mg/l	800-1.200
DBO ₅ mg/l	200-400
MES mg/l	50-100
Color mg Pt-Co/l	300-1.000
Conductivitat µS/cm	3.000-6.000

Les principals substàncies contaminants es relacionen en la taula 43.

Residus

En l'operació de preparació de colorant poden generar-se en excés residus de tint preparat.

Emissions a l'atmosfera

En el descruatge, es produeixen emissions de vapors alcalins a l'atmosfera, que es desprenen de l'ebullició, entre 50 i 100 °C.

En les operacions de tintura, es produeixen emissions de compostos orgànics volàtils. L'operació d'assecatge produeix l'emissió de vapor d'aigua i compostos orgànics volàtils.

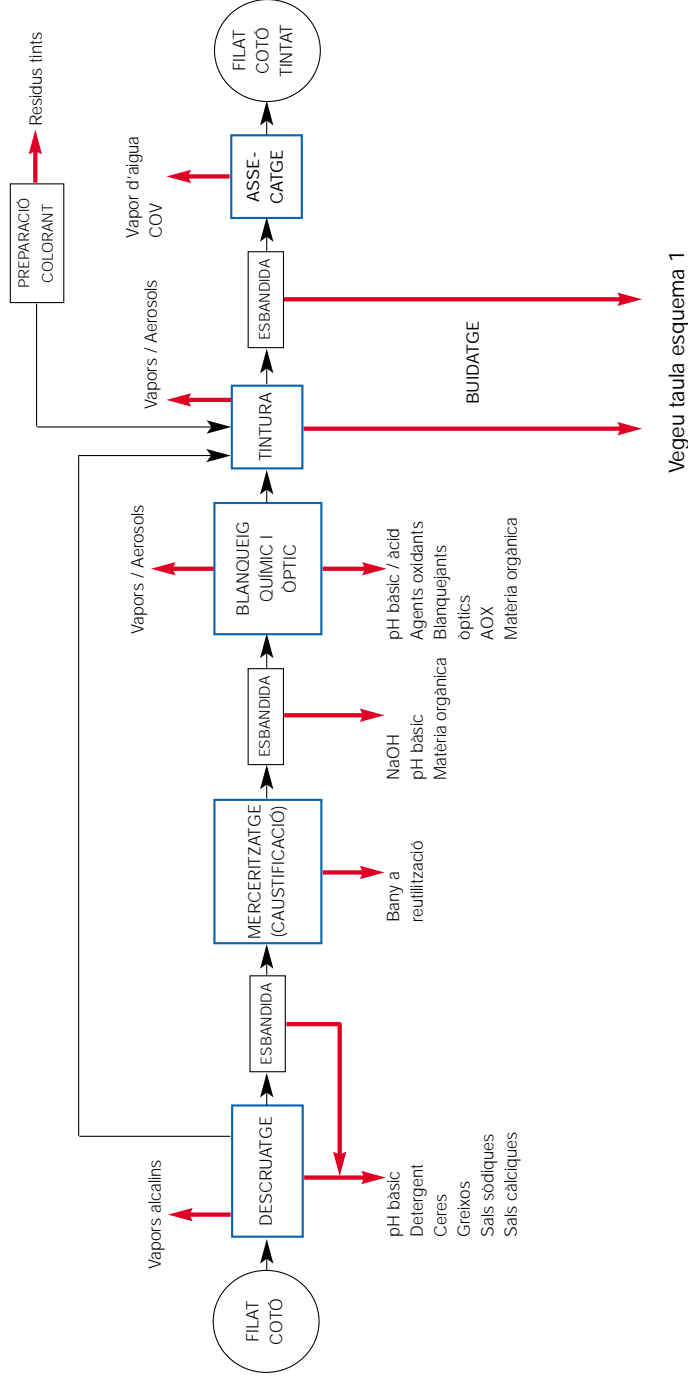
**Taula 28. Origen dels corrents residuals.
Procés de tintura de fibres de cotó**

Operació	Aigües residuals	Residus	Emissions atmosfera
Descruatge	DQO Alcalinitat Brutícia fibres	—	Vapors alcalins
Esbandida descruatge	DQO Alcalinitat	—	—
Merceritzatge	Alcalinitat (*)	—	Vapors alcalins Aerosols
Esbandida merceritzatge	DQO Alcalinitat	—	—
Blanqueig químic i òptic	Agents oxidants AOX DQO	—	Vapors Aerosols
Preparació colorant	—	Restes de tints	—
Tintura i esbandida	Color DQO (+)	—	Vapors Aerosols
Assecatge	—	—	Vapor aigua COV

(*) Si no hi ha reutilització de sosa

(+) Vegeu la taula esquema 1

Esquema núm. 9 Esquema del procés de tintura de fibres de cotó i barreges



5.1.1.2. Llana i barreges (vegeu l'esquema 10)

Aigües residuals

L'operació de **tractament especial** de la pentinada genera aigües residuals àcides, amb presència d'agents oxidants o reductors, i, en cas d'utilitzar el procediment de cloració, de compostos d'organoclorats.

L'operació de **desgreixatge** incorpora detergents i humectants a les aigües d'esbandides, a més de solucions alcalines de carbonat sòdic i sabó, amb la qual cosa les aigües residuals concentren matèria orgànica, basicitat i conductivitat.

L'operació de **blanqueig químic i òptic** genera un abocament d'aigües residuals d'acord amb la utilització del procediment reductor o oxidant, que inclou les restes de blanquejants òptics, si se n'utilitzen.

En l'operació de **centrifugació**, es generen aigües residuals amb les mateixes caracteritzacions que les aigües de l'esbandida del blanqueig.

En les operacions de **tintura**, a més del colorant emprat, en les aigües residuals d'esbandida estan presents les matèries auxiliars que apareixen a la taula que s'adjunta a l'esquema 2.

La incorporació de totes aquestes matèries auxiliars, que provenen de les operacions de preparació i tintura de filats de llana, a les aigües residuals contribueix a la caracterització de contaminants següent:

Taula 29. Caracterització d'aigües residuals de tintura de fibres i filats de llana

Paràmetre	Rang de concentració
pH	10-12
DQO mg/l	500-900
DBO ₅ mg/l	150-300
MES mg/l	50-100
Color mg Pt-Co/l	300-1.000
Conductivitat µS/cm	3.000-6.000

Les principals substàncies contaminants es relacionen en la taula 43.

Residus

En les operacions de **preparació de pentinada i filatura**, es produeixen restes de fibres i borres.

En l'operació de **preparació del colorant**, poden generar-se residus de tint preparat en excés.

Emissions a l'atmosfera

Es produeixen vapors i aerosols en les operacions següents:

- Tractaments especials
- Desgreixatge
- Blanqueig químic i òptic
- Tintura
- Assecatge.

Si s'utilitza la cloració per gas en el tractament especial, se'n desprèn gas clor. Si s'utilitza el mètode de blanqueig mitjançant reductors, pot desprendre's diòxid de sofre, igual que en l'operació de tintura si s'utilitzen colorants sulfurosos.

**Taula 30. Origen dels corrents residuals.
Procés de tintura de filats de llana**

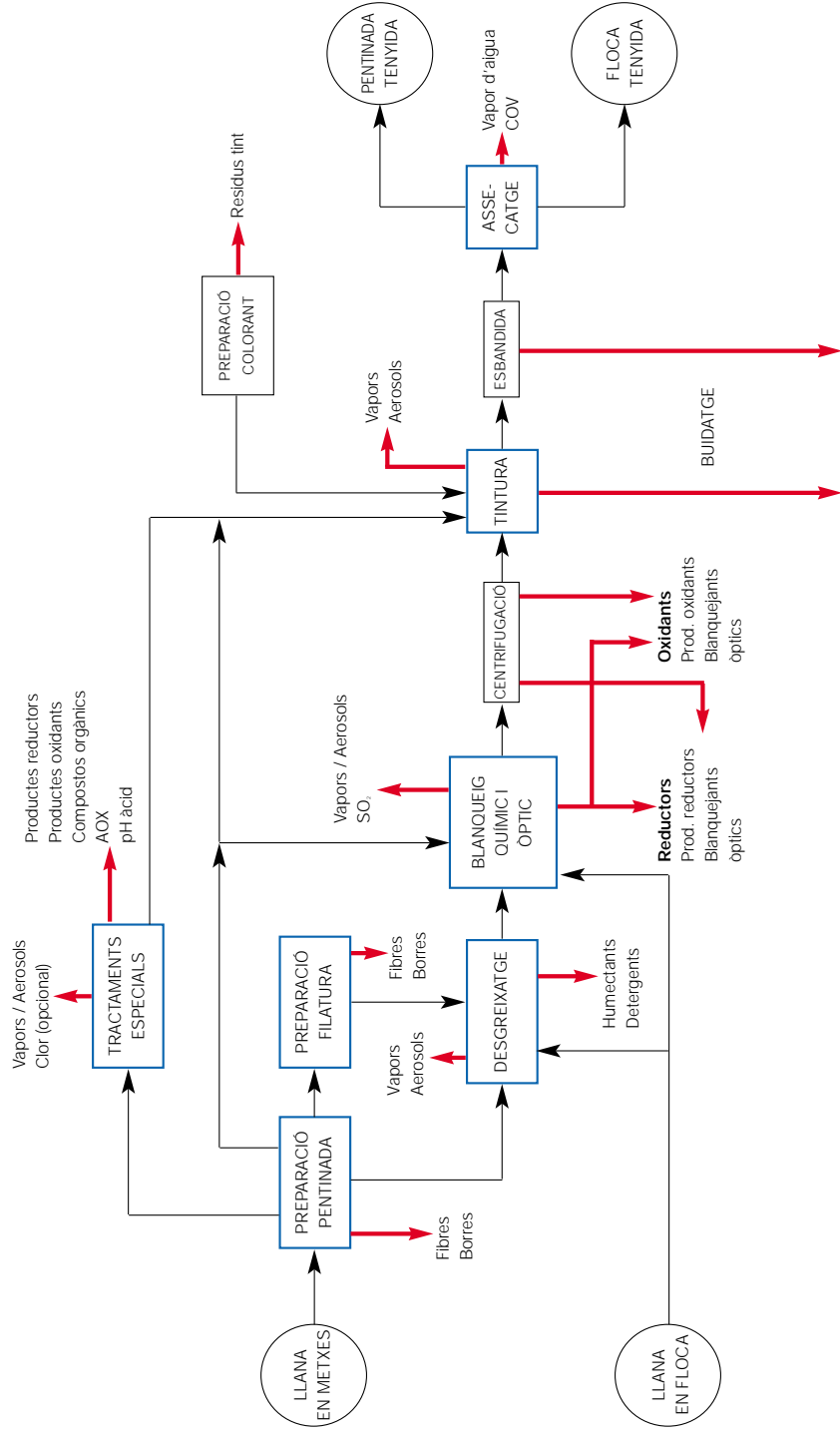
Operació	Aigües residuals	Residus	Emissions atmosfera
Preparació pentinada	—	Fibres Borres	Fibres Borres
Preparació filatura	—	Fibres Borres	Fibres Borres
Tractaments especials	Aciditat AOX(*) Agents oxidants/ reductors DQO	— -	Vapors Aerosols Clor (*)
Desgreixatge	Basicitat DQO Conductivitat	—	Vapors Aerosols
Blanqueig químic i òptic	Agents oxidants/ reductors DQO	— -	Vapors Aerosols SO ₂ (**)
Centrifugació	Agents oxidants/ reductors DQO	—	—
Preparació colorant	—	Restes de tints	—
Tintura i esbandida	Color DQO (+)	—	Vapors Aerosols
Assecatge	—	—	Vapor d'aigua COV

(*) Tractament de cloració

(**) Blanqueig mitjançant reductors

(+) Vegeu la taula esquema

Esquema núm. 10 Esquema del procés de tintura de fibres i filats de llana i barreges



Vegeu taula esquema n.º 2

5.1.1.3. Cel·lulòsiques i barreges (vegeu l'esquema 11)

Aigües residuals

Les operacions de **descruatge, rentatge i blanqueig**, en condicions normals, no són operacions separades, sinó que s'aprofita, en molts casos, l'operació de tintura mateixa per eliminar les impureses de les fibres químiques. Això és perquè les fibres no contenen impureses, ja que han estat sintetitzades per reacció química i, en tot cas, només tenen substàncies de tipus gras per afavorir el procés mecànic de filatura. Caldrà efectuar les operacions de descruatge, rentatge o blanqueig sota criteri tècnic, quan sigui imprescindible com a conseqüència accidental de taques, d'esgrogueïment per emmagatzematge en condicions inadequades, etc.

En les aigües d'esbandida de tintura, a més del colorant, hi ha presents les matèries auxiliars, segons la taula de l'esquema 3.

El conjunt d'aigües residuals de les operacions de tintura de fibres cel·lulòsiques té les característiques següents:

Taula 31. Caracterització d'aigües residuals de tintura de fibres cel·lulòsiques

Paràmetre	Rang de concentració
pH	10-12
DQO mg/l	500-900
DBO ₅ mg/l	150-300
MES mg/l	50-100
Color mg Pt-Co/l	300-1.000
Conductivitat µS/cm	3.000-6.000
MI equitox/m ³	3-10

Residus

En l'operació de **preparació del colorant** poden generar-se en excés residus de tint preparat.

Emissions a l'atmosfera

Es produeixen vapors i aerosols en les operacions de:

- Blanqueig químic i òptic
- Tintura
- Assecatge.

També poden produir-se emissions de compostos orgànics volàtils.

**Taula 32. Origen dels corrents residuals.
Procés de tintura de fibres cel·lulòsiques**

Operació	Aigües residuals	Residus	Emissions atmosfera
Descruatge / rentatge i esbandida	DQO Alcalinitat	—	Vapors alcalins
Blanqueig químic i òptic	Agents oxidants DQO	—	Vapors Aerosols
Preparació colorant	—	Restes de tints	—
Tintura i esbandida	Color DQO (+)	—	Vapors Aerosols
Assecatge	—	—	Vapor aigua COV

(*) Només es realitza per a color final blanc

(+) Vegeu la taula esquema 3

5.1.1.4. Sintètiques i barreges (vegeu l'esquema 11)

Aigües residuals

Les aigües residuals generades en la tintura de fibres sintètiques no presenten problemàtica i els seus contaminants poden assimilar-se en les aigües de tintura de fibres cel·lulòsiques. De manera opcional, s'usa àcid acètic amb l'aclarida de l'operació de **descruatge**.

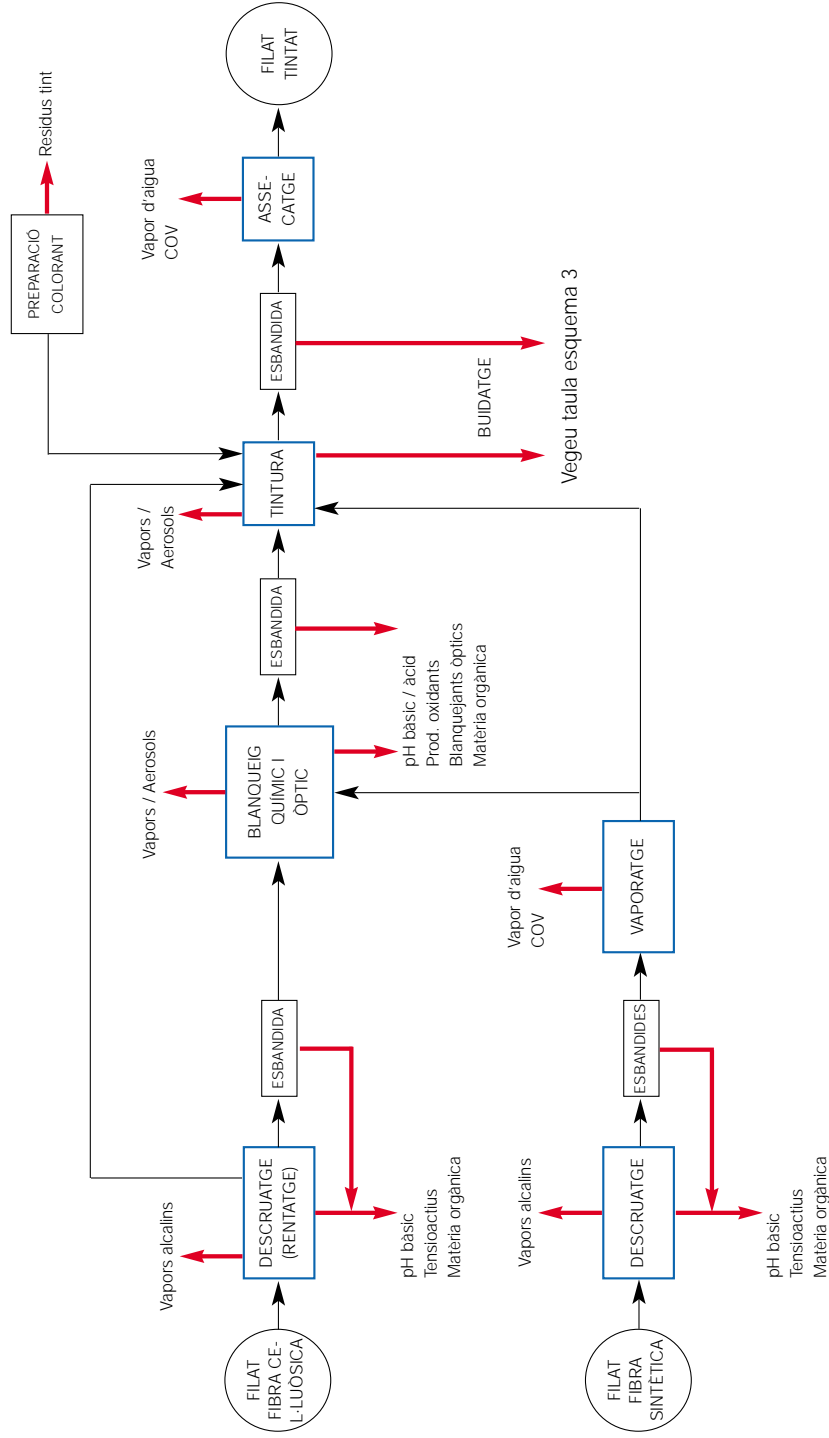
Residus

En l'operació de **preparació del colorant** poden generar-se en excés residus de tint preparat.

Emissions a l'atmosfera

Les emissions són les mateixes que en el procés de tintura de fibres cel·lulòsiques. Addicionalment, hi ha un focus significatiu en l'operació de **termofixació**.

Esquema núm. 11 Esquema del procés de tintura de fibres cel·lulòsiques / sintètiques



5.1.2. Tintura i acabat de teixits

5.1.2.1. Cotó i barreges (vegeu l'esquema 12)

Aigües residuals

L'operació de **desaprest i vaporatge** és una de les fonts principals de contaminació de les aigües després de l'esbandida. Les coles de midó, les fècules, etc. són hidrolitzades i incorporades a les aigües residuals en forma de matèria orgànica.

L'operació de **descruatge** també incorpora a les aigües totes les impureses que conté el teixit, que consisteixen en ceres, greixos, sals sòdiques i càlciques, a part dels productes usats per a l'operació, com la sosa càustica i els detergents, fet pel qual les aigües residuals de les esbandides són bàsiques i amb un alt contingut de matèria orgànica i conductivitat.

Les operacions de **merceritzatge i blanqueig** generen unes aigües residuals similars a les que generen aquestes mateixes operacions en el procés de tintura de fibres de cotó (vegeu el capítol 5.1.1.1).

El procediment utilitzat en l'operació de **tintura** de teixits de cotó s'aplica segons el tipus de colorant emprat. En la taula del full 2 de l'esquema 4, es relacionen els productes contaminants utilitzats com a auxiliars que s'incorporen a les aigües residuals. Malgrat que la càrrega contaminant dels banys mateixos de tintura i de les esbandides posteriors és qualitativament igual, la concentració dels diferents contaminants és, òbviament, molt superior en els banys de tintura. En general, es pot parlar d'una elevada càrrega orgànica, color i conductivitat. El pH pot ser bàsic o àcid, d'acord amb els colorants utilitzats i, en alguns casos, pot haver-hi presència de metalls.

Les operacions d'**acabat químic** traspassen a les aigües residuals una gran quantitat de productes d'escassa biodegradabilitat. Alguns productes utilitzats, com els antiarnes o els anti-floridura, són similars als plaguicides i biocides.

El conjunt d'aigües residuals de les operacions de tintura i acabat de teixit de cotó té la caracterització següent:

Taula 33. Caracterització d'aigües residuals de tintura i acabat de teixits de cotó

Paràmetre	Rang de concentració
pH	10-12
DQO mg/l	1.500-2.800
DBO ₅ mg/l	400-900
MES mg/l	100-150
Color mg Pt-Co/l	1.000-3.000
MI equitox/m ³	4-15
Conductivitat µS/cm	4.000-9.600

Els principals productes contaminants es relacionen en la taula 43.

La tintura i l'acabat de teixits de cotó presenta les aigües residuals amb majors concentracions de matèria orgànica (DBO₅ i DQO), i també una major coloració.

L'operació de **desencolatge** és la responsable d'un 50% a un 75% de la càrrega contaminant per matèria orgànica dels efluent global.

Una altra característica de les aigües residuals és la seva alcalinitat, amb un pH comprès entre 10 i 12. Això és a causa, principalment, de les operacions de **desencolatge, merceritzatge, blanqueig i tintura** amb colorants reactius, tina i sulfurosos.

Residus

En l'operació de **preparació del colorant**, poden generar-se en excés residus de tint preparat.

En els processos d'**acabats mecànics**, pot generar-se pols de fibres que, en cas de ser recollida per sistemes de filtració o ciclons a final de línia, es converteix en residu.

Emissions a l'atmosfera

L'operació de **socarrimada** genera gasos de combustió.

Les operacions de **descruatge i merceritzatge**, de la mateixa manera que en el procés de tintura de fibres i filats de cotó, alliberen vapors bàsics i corrosius a l'atmosfera.

Les operacions de **termofixació, assecatge i acabat** generen emissions d'hidrocarburs i productes orgànics volàtils, pel fet que aquestes operacions poden arribar a unes temperatures de 200 °C; els vapors dels acabats són els més significatius.

Els **acabats mecànics**, tal com s'ha esmentat anteriorment, poden generar pols de fibres.

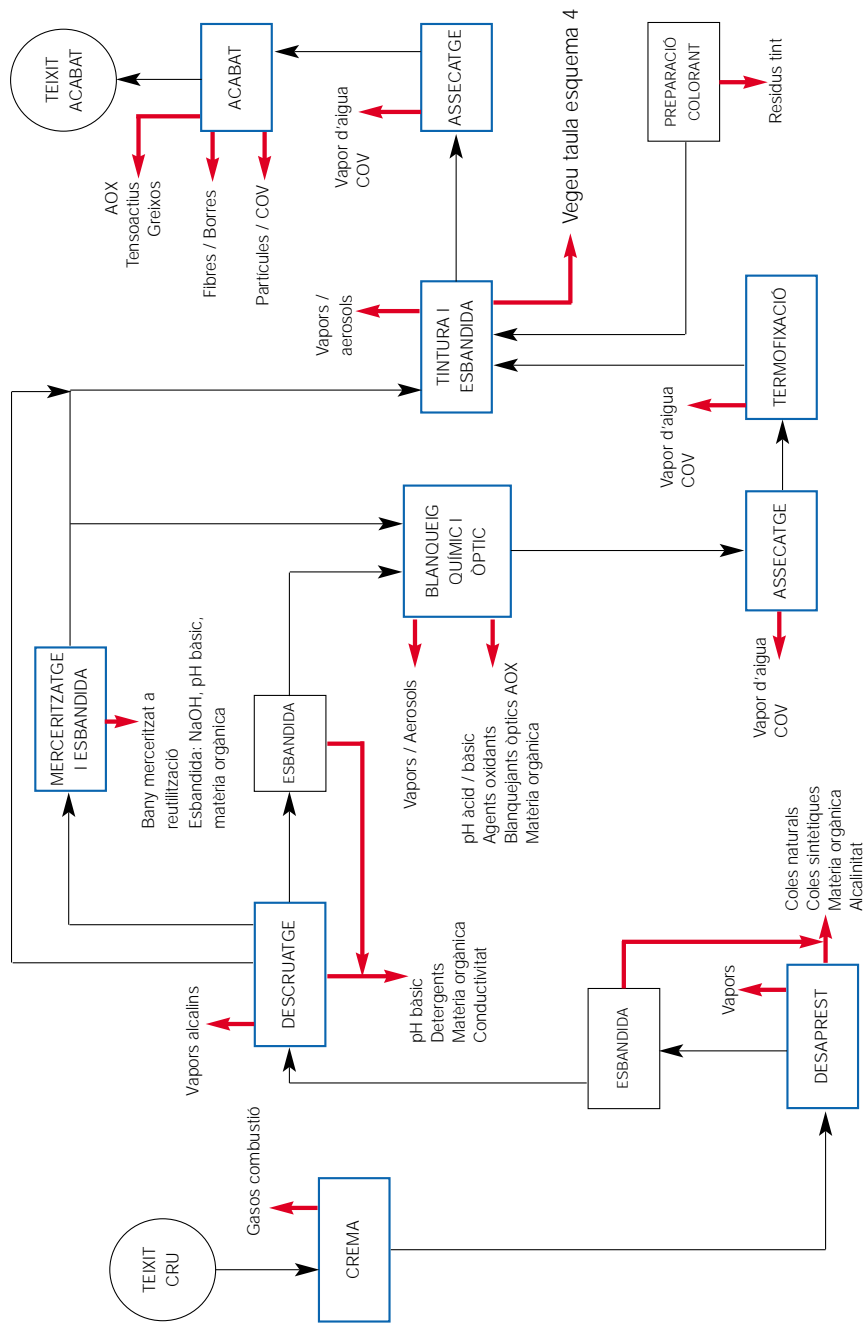
**Taula 34. Origen dels corrents residuals.
Procés de tintura i acabat de teixits de cotó**

Operació	Aigües residuals	Residus	Emissions atmosfera
Socarrimada	—	—	Gasos de combustió
Desaprest i vaporatge	DQO DBO Alcalinitat	—	Vapors
Descruatge i esbandida	DQO Alcalinitat Brutícia fibres	—	Vapors alcalins
Merceritzatge i esbandida	DQO Alcalinitat	—	Vapors alcalins Aerosols
Blanqueig químic i òptic	Agents oxidants AOX DQO	—	Vapors Aerosols
Assecatge	—	—	Vapor d'aigua COV
Termofixació	—	—	Vapor d'aigua COV
Preparació colorant	—	Restes de tints	—
Tintura i esbandida	Color DQO Alcalinitat (+)	—	Vapors Aerosols
Assecatge	—	—	Vapor d'aigua COV
Acabat	Alta DQO Baixa DBO ₅ (*)	Fibres i borres	COV Partícules i pols de fibres

(+) Vegeu la taula esquema 4

(*) Càrrega contaminant específica segons tipus d'acabat

Esquema núm. 12 Esquema del procés de tintura i acabat de cotó i les seves barreges



5.1.2.2. Llana i barreges (vegeu l'esquema 13)

Aigües residuals

L'operació de **carbonització** genera aigües àcides després de la impregnació del teixit i aigües bàsiques de rentatge per neutralitzar les fibres del teixit.

L'operació de **rentatge químic** de teixits de llana i les seves esbandides produeixen unes aigües residuals que, segons el tipus de solució usada, poden ser neutres o alcalines. Aquestes aigües incorporen també els residus i les substàncies estranyes que té el teixit.

L'operació de **rentatge amb dissolvents** és l'operació més conflictiva pels seus abocaments de tetracloroetilè i tricloroetilè emulsionats amb aigua que s'incorporen a les aigües residuals. Aquests productes són rigorosament regulats per algunes administracions públiques.

L'operació de **batanatge** es realitza en un medi àcid, a un pH de 0,5. El rentatge posterior, per tant, genera aigües àcides.

L'operació de **blanqueig** dels teixits de llana genera els mateixos efluents descrits en l'apartat 5.1.1.2 per al procés de fibres i filats de llana.

L'operació de **tintura** genera les emissions i els abocaments propis dels colorants utilitzats. Els productes auxiliars que són transferits a les aigües residuals es relacionen a l'esquema 5. Com a singularitat, l'acabat antiarnes, molt necessari en els teixits de llana, s'aplica conjuntament amb la tintura i no al final, com succeeix a la resta d'acabats. Els productes utilitzats són tòxics i els seus principis actius són similars als plaguicides i biocides.

L'operació d'**acabat** que s'aplica al teixit de llana inclou acabats mecànics que es realitzen en sec i, per consegüent, no generen aigües residuals.

Totes aquestes operacions fan que, en aquest procés, es generin unes aigües residuals amb la caracterització següent:

Taula 35. Caracterització d'aigües residuals de tintura i acabat de teixits de llana

Paràmetre	Rang de concentració
pH	6-7
DQO mg/l	300-1.500
DBO ₅ mg/l	250-500
MES mg/l	100-150
Color mg Pt-Co/l	500-1.500
MI equitox/m ³	5-25
Conductivitat µS/cm	2.200-3.000

Els principals productes contaminants es relacionen a la taula 43.

Generalment, els filats de llana i les seves barreges no calen ser encolats per obtenir alts rendiments en el tissatge. Per això, tampoc cal realitzar, en general, l'operació de desencolatge abans de la tintura i l'acabat. Com a conseqüència d'això, els efluent d'aquest procés tenen una menor càrrega orgànica que els del procés de tintura de teixit de cotó. Les característiques generals dels efluent d'aquest procés són:

- Concentració de matèria orgànica (DQO i DBO₅) menor que en el procés cotoner
- Coloració dels efluent menor que en el procés cotoner
- pH dels efluent de neutre a lleugerament àcid
- Si es realitzen acabats antiarnes, hi poden haver concentracions puntuals de productes tòxics.

Residus

L'etapa de batuda de l'operació de **carbonització** concentra les partícules vegetals carbonitzades.

L'operació de **preparació de colorant** pot produir-ne residus excedents.

L'operació de **rentatge amb dissolvents** genera dissolvents esgotats que poden recuperar-se per destil·lació. Si se'n produeix la recuperació en l'origen, es generarà com a residu els fons de la destil·lació portada a terme.

Les operacions d'**acabat** mecànic generen fibres i borres.

Emissions a l'atmosfera

L'operació de **carbonització** produeix gasos de combustió amb vapors àcids i l'assecatge produeix gasos amb compostos orgànics volàtils.

Tal com s'exposa a l'apartat d'aigües residuals, en l'operació de **rentatge** amb dissolvents els compostos organoclorats són molt volàtils i, en conseqüència, es produeixen vaporitzacions a l'atmosfera.

Les operacions d'**acabat** mecànic generen fibres i pols de fibrilles. En la resta d'operacions, es generen les mateixes emissions de gasos que en el procés de tintura de fibres de llana, segons l'apartat 5.1.1.2.

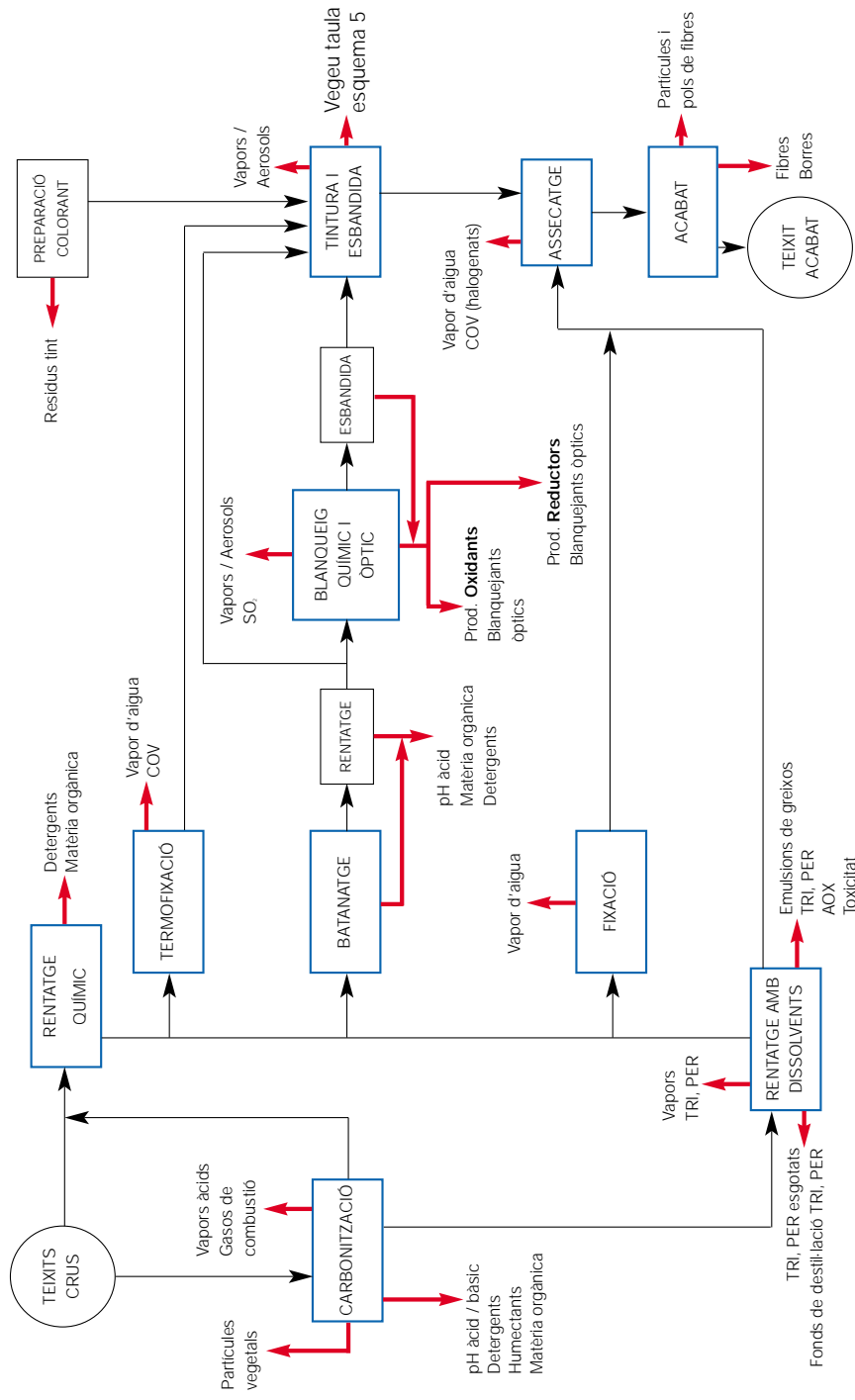
**Taula 36. Origen dels corrents residuals.
Procés de tintura i acabat de teixits de llana**

Operació	Aigües residuals	Residus	Emissions atmosfera
Carbonització	Alcalinitat/ Aciditat DQO	Partícules vegetals carbonitzades	Vapors àcids Gasos de combustió
Rentatge químic	Alcalinitat DQO Conductivitat	—	—
Rentatge amb dissolvents	Emulsions greixos AOX (TRI, PER) Toxicitat	TRI, PER esgotats Coles de destil·lació TRI, PER	Vapors de TRI, PER
Termofixació	—	—	Vapor d'aigua COV
Batanatge i rentatge	Aciditat DQO	—	—
Fixació	—	—	Vapor d'aigua
Blanqueig químic i òptic	Agents oxidants/ reductors DQO	—	Vapors Aerosols SO ₂ (*)
Preparació colorant	—	Restes de tints	—
Tintura i esbandida	Color DQO (+)	—	Vapors Aerosols
Assecatge	—	—	Vapor d'aigua COV (halogenats)
Acabat	-	Fibres i borres	Partícules i pols de fibres

(*) Blanqueig mitjançant reductors

(+) Vegeu la taula esquema 5

Esquema núm. 13 Esquema del procés de tintura i acabat de teixits de llana i barreges



5.1.3. Tintura de gèneres de punt

Segons el tipus de fibres que forma el teixit de punt, pot iniciar-se el procés d'ennobliment tèxtil per operacions de rentatge en medi aquós o per operacions de tractament tèrmic, generalment en ram, amb l'objectiu d'estabilitzar d'una manera dimensional el teixit de punt. En aquest segon cas, els components més volàtils dels olis utilitzats per fabricar el teixit de punt poden produir emissió de fums. L'enginyer responsable dels processos és qui prendrà la decisió de quina de les dues vies s'adoptarà, generalment després d'assaigs de laboratori.

En el medi aquós, aquests olis han de ser eliminats del teixit a través de processos d'emulsió, per la qual cosa s'han d'utilitzar detergents i productes emulsionants en el medi alcalí, agents d'antiredeposició, temperatures de treball entre 80-100 °C i contaminació de les aigües residuals.

5.1.3.1. Cotó i barreges

Aigües residuals

Les aigües residuals provenen, fonamentalment, del **blanqueig** i d'**acabats**, per al gènere de punt blanc.

Si s'ha de fer una tintura de color, la contaminació dels efluents és inferior a la generada en el procés de tintura de teixits de cotó, ja que no es fa l'operació de desencolatge (els gèneres de punt no ho necessiten).

Totes aquestes operacions fan que, en aquest procés, es generin unes aigües residuals amb la caracterització següent:

Taula 37. Caracterització d'aigües residuals de tintura i acabat de gèneres de punt de cotó

Paràmetre	Rang de concentració
pH	6-11
DQO mg/l	600-800
DBO ₅ mg/l	200-300
MES mg/l	50-120
Color mg Pt-Co/l	500-1.500
MI equitox/m ³	4-10
Conductivitat µS/cm	500-9.200

Residus

En les operacions de **preparació de colorant** poden produir-se'n excedents.

Emissions atmosfèriques

Les emissions atmosfèriques del procés de tintura i acabat de gèneres de punt de cotó són equiparables a les emeses en el procés de tintura i acabat del teixit de cotó (vegeu l'apartat 5.1.2.1).

5.1.3.2. Llana i barreges (vegeu l'esquema 14)

Aigües residuals

Les aigües residuals del procés de tintura i acabat de gèneres de punt de llana i barreges no difereixen gaire de les del procés de tintura del teixit de llana (vegeu l'apartat 5.1.2.2). Es pot considerar, fins i tot, que presenten una menor càrrega contaminant pel fet de no haver-hi, en aquest cas, l'operació de carbonització.

Les aigües residuals de les esbandides de tintura de gèneres de punt incorporen els productes auxiliars de la taula de l'esquema 6.

La caracterització de les aigües residuals és la següent:

Taula 38. Caracterització d'aigües residuals de tintura i acabat de gèneres de punt de llana

Paràmetre	Rang de concentració
pH	6-11
DQO mg/l	800-1.200
DBO ₅ mg/l	200-400
MES mg/l	50-120
Color mg Pt-Co/l	500-1.500
MI equitox/m ³	4-10
Conductivitat μS/cm	500-9.200

Els principals productes contaminants es relacionen en la taula 43.

Residus

Els residus generats són similars als generats en el procés de tintura de teixits de llana (vegeu l'apartat 5.1.2.2).

No hi és present el residu de fibra carbonitzada, ja que en aquest procés no hi ha l'operació de carbonització.

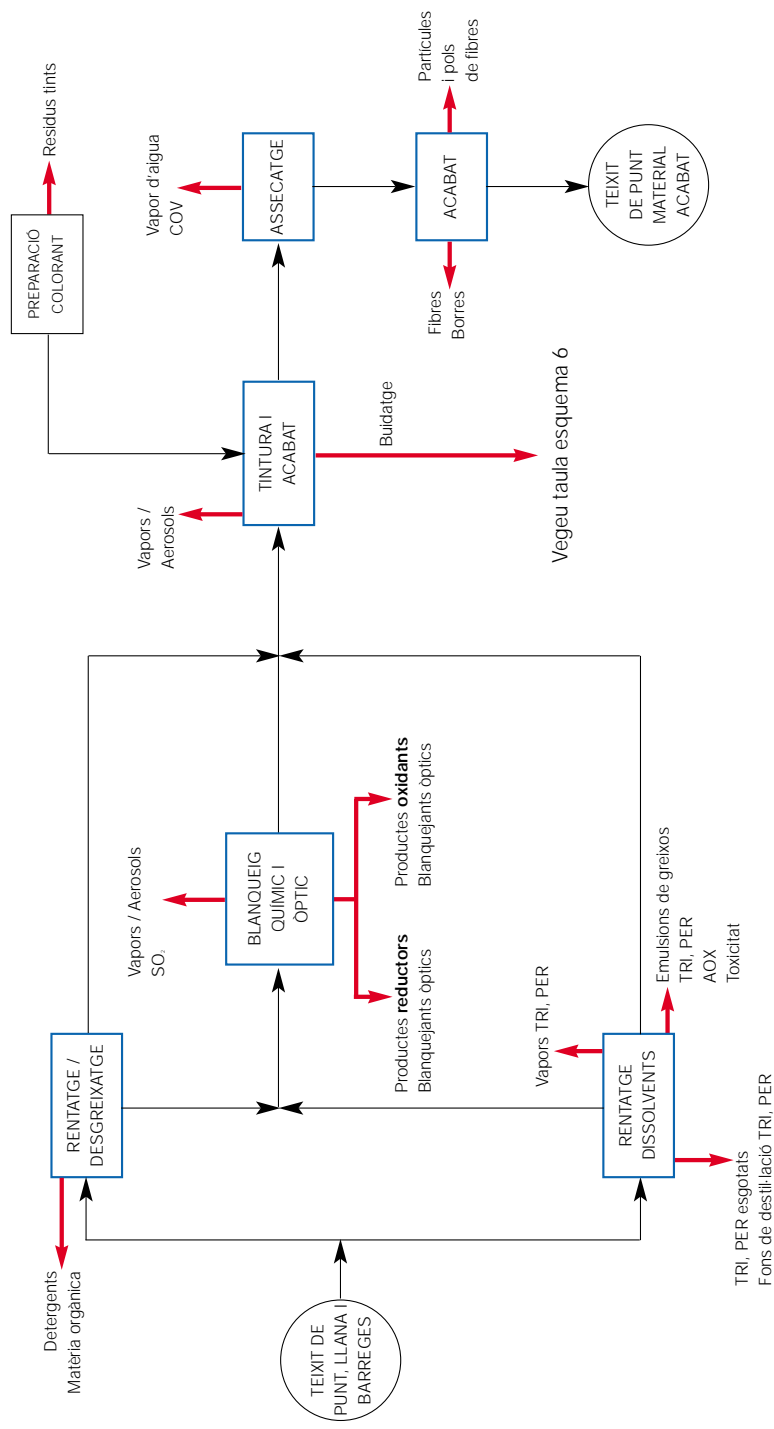
Emissions a l'atmosfera

Les emissions atmosfèriques són anàlogues a les generades en el procés de tintura de teixits de llana per a les operacions de **rentatge, blanqueig, tintura, assecatge i acabat**.

Cal destacar que, en aquest cas, les operacions de carbonització, termofixació, batanatge i fixació, que generen emissions a l'atmosfera, no calen.

Esquema núm. 14

Esquema del procés de tintura i acabat de gèneres de punt de llana i barreges



5.1.3.3. Cel·lulòsiques i barreges (vegeu l'esquema 15)

Aigües residuals

Els abocaments d'aigües residuals del procés de tintura de gèneres de punt de fibres cel·lulòsiques contenen menys càrrega contaminant que les aigües que provenen del procés de tintura de gèneres de punt de llana o de cotó per dos motius:

- No hi ha l'operació de desencolatge
- Les fibres cel·lulòsiques, i, en general, totes les que s'obtenen artificialment, tenen menys impureses, amb la qual cosa l'operació de descruatge és menys contaminant.

Les operacions de **descruatge i blanqueig** són similars a les del procés de tintura de fibres de cotó, amb la qual cosa s'utilitzen els mateixos productes auxiliars que queden en les aigües residuals.

Els procediments utilitzats en l'operació de **tintura** depenen del tipus de colorant emprat. En la taula de l'esquema 6, es relacionen les matèries contaminants que procedeixen dels productes auxiliars emprats.

Les aigües residuals procedents de l'operació **d'acabat**, com s'ha comentat en apartats anteriors, incorporen els productes que queden sense utilitzar en els banys d'acabat mateixos.

En el seu conjunt, les aigües residuals d'aquestes operacions tenen la caracterització següent:

Taula 39. Caracterització d'aigües residuals de tintura i acabat de gèneres de punt cel·lulòsics

Paràmetre	Rang de concentració
pH	6-11
DQO mg/l	800-1.200
DBO ₅ mg/l	200-400
MES mg/l	50-150
Color mg Pt-Co/l	500-1.500
MI equitox/m ³	4-10
Conductivitat μS/cm	500-9.200

Els principals productes contaminants es relacionen a la taula 43.

Emissions a l'atmosfera

Es poden considerar anàlogues a les generades en els processos de tintura i acabat de teixits de cotó i les seves barreges.

En els gèneres de punt de barreges de fibres cel·lulòsiques amb fibres sintètiques (polièster), sotmesos a **termofixació**, es generen fums procedents dels olis utilitzats en la fabricació del teixit de punt.

Residus

En operació de **preparació de colorant**, es poden generar excedents de tint.

En els **acabats mecànics**, poden generar-se restes de fibres.

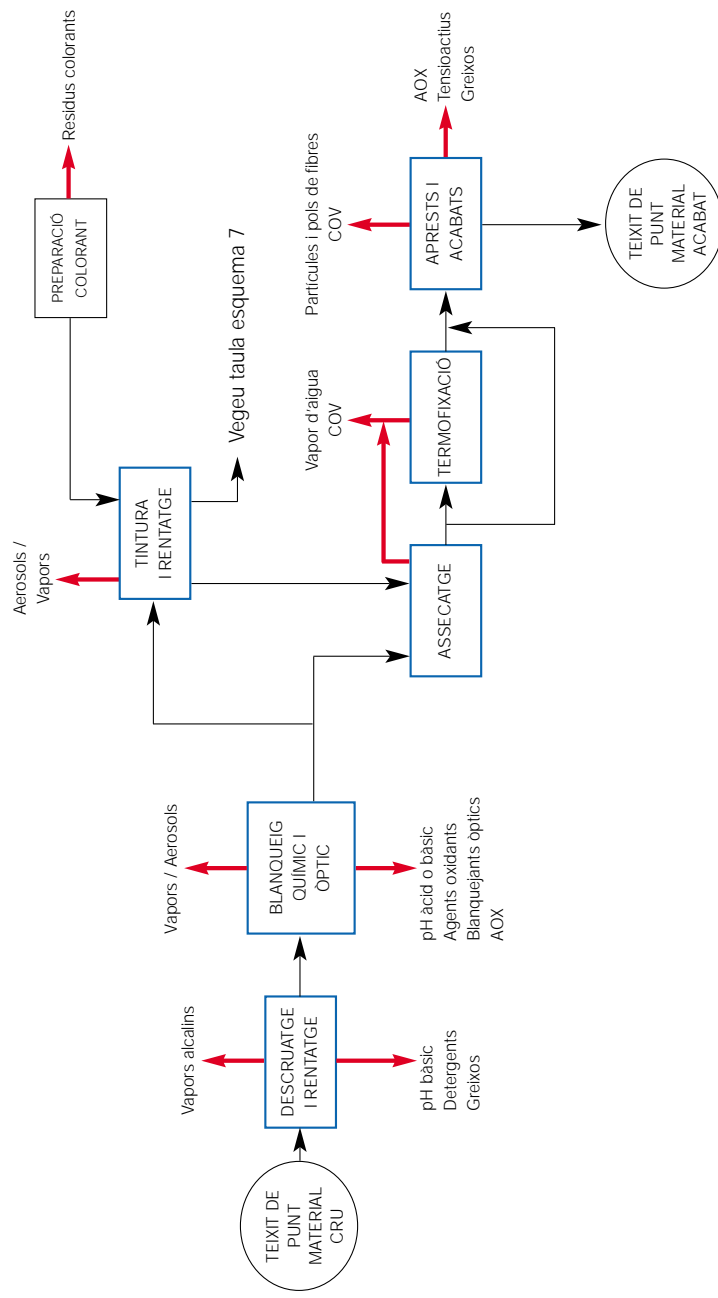
**Taula 40. Origen dels corrents residuals.
Procés de tintura de gèneres de punt de cel·lulòsiques i barreges**

Operació	Aigües residuals	Residus	Emissions atmosfera
Descruatge/rentatge i esbandida	DQO Alcalinitat	—	Vapors alcalins
Blanqueig químic i òptic	Agents oxidants DQO	—	Vapors Aerosols
Preparació colorant	—	Restes de tints	—
Tintura i acabat	Color DQO (+)	—	Vapors Aerosols
Assecatge	—	—	Vapor d'aigua COV
Termofixació	—	—	Vapor d'aigua COV
Acabat	Alta DQO Baixa DBO ₅ (*)	Fibres Borres	COV Partícules i pols de fibres

(*) Càrrega contaminant específica segons el tipus d'acabat

(+) Vegeu la taula esquema 7

Esquema núm. 15 Esquema del procés de tintura i acabat de gèneres de punt de cel·lulòsiques i barreges



5.1.4. Estampació i acabat de teixits i gèneres de punt

Els processos d'estampació i acabat de teixits i gèneres de punt apareixen a l'esquema 16 i utilitzen el mateix tipus d'operacions per a qualsevol tipus de fibra (cotó, llana, cel·lulòsiques, sintètiques).

Aigües residuals

L'estampació per corrosió genera uns abocaments que poden incloure metalls, coloració i matèria orgànica (segons els procediments).

En l'estampació directa i pigmentària, a més, s'han anat reduint les emulsions aigua/oli. El procés predominant és l'estampació directa amb pigments.

Pel que fa a les característiques de les operacions d'acabats que poden tenir lloc després de l'estampació, es consideren anàlogues a les que realitzen els establiments de tintura, per als diferents tipus de gènere i fibres.

La caracterització de les aigües residuals del procés d'estampació és la següent:

Taula 41. Caracterització d'aigües residuals d'estampació i acabat

Paràmetre	Rang de concentració
pH	6-9
DQO mg/l	350-2.300
DBO ₅ mg/l	80-750
MES mg/l	120-530
Color mg Pt-Co/l	(*)
MI equitox/m ³	2-20
Conductivitat µS/cm	1.000-8.000

(*) Dada no disponible

Els principals productes contaminants es relacionen a la taula 43.

Residus

Els residus més habituals són les restes de pastes d'estampació preparades en excés o per elaborar mostres.

Emissions atmosfèriques

En l'**estampació per aerografia**, es produeixen emanacions de dissolvents volàtils d'elevada concentració en l'assecatge, en utilitzar dissolvents molt volàtils per accelerar l'operació.

En l'**estampació per corrosió**, es produeixen emissions de compostos organovolàtils en les operacions d'assecatge, vaporatge i rentatge.

En l'**estampació pigmentària**, també es produeixen emissions a l'atmosfera d'organo-volàtils en les operacions d'assecatge i de polimerització.

**Taula 42. Origen dels corrents residuals.
Procés d'estampació de tintura i gèneres de punt**

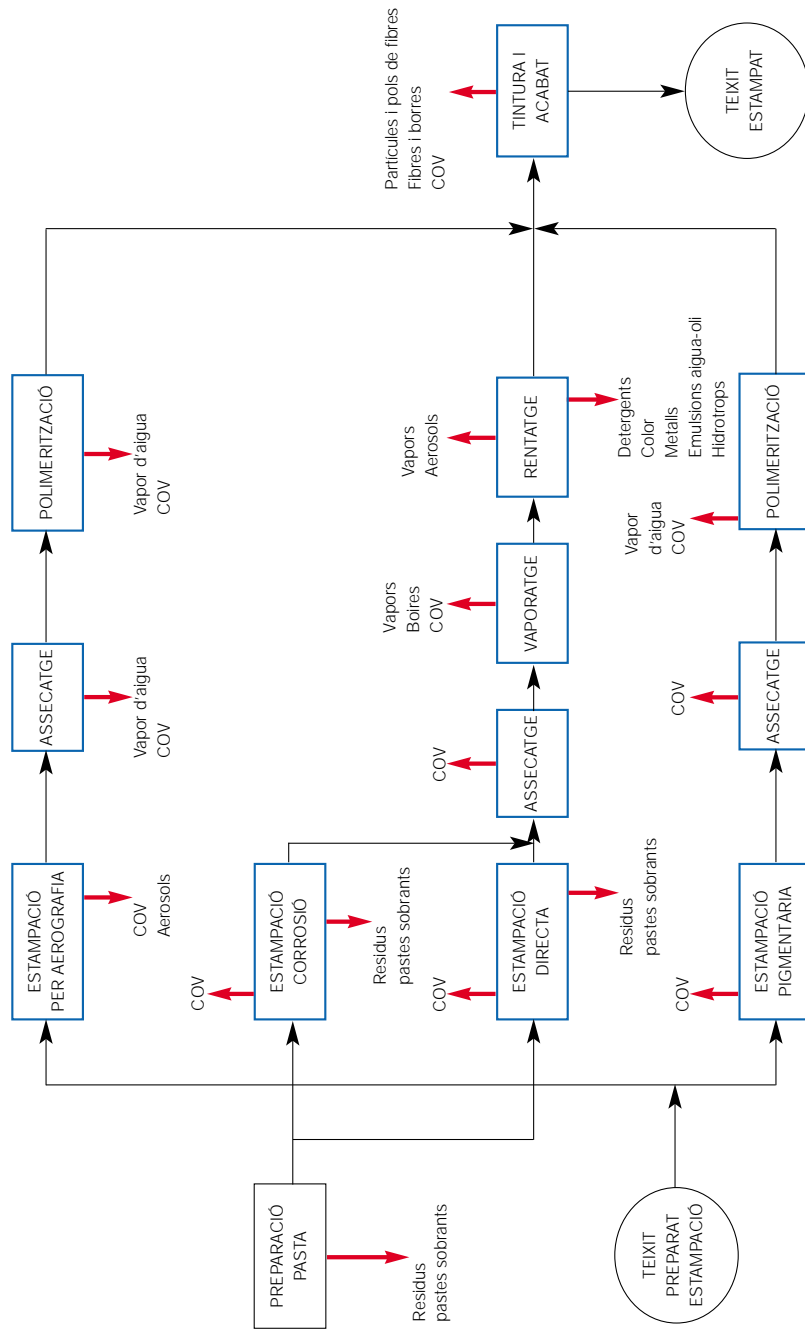
Operació	Aigües residuals	Residus	Emissions atmosfera
Preparació de pastes	—	Restes de pastes	—
Aerografia	—	—	Aerosols COV (dissolvents)
Corrosió	—	Restes de pastes	COV
Directa	—	Restes de pastes	COV
Pigmentària	—	—	COV
Assecatge	—	—	COV
Vaporatge	—	—	Vapors COV
Rentatge	DQO Color Metalls (*) Emulsions aigua/oli (**)	—	Vapors Aerosols COV
Polimerització	—	—	Vapor d'aigua COV
Acabat	Alta DQO Baixa DBO ₅ (***)	Fibres Borres	COV Partícules i pols de fibres

(*) Estampació per corrosió

(**) Estampació directa

(***) Càrrega contaminant específica segons acabat

Esquema núm. 16
Esquema del procés d'estampació i acabats (teixits, gènere de punt)



5.2. Principals corrents residuals generals associats

5.2.1. Aigües residuals

En els processos de tintura, estampació i acabats, hi ha operacions no lligades directament al procés productiu, però que es converteixen en imprescindibles per desenvolupar la producció d'una manera seqüencial.

Tot i que habitualment es procura realitzar els processos esglaonant o agrupant els tipus de colorants i color de la tintura per minimitzar temps morts d'aturada per netejar i condicionar la maquinària, no per això poden eliminar-se totalment les operacions de neteja i posada a punt de la instal·lació, operacions que normalment es realitzen amb aigua, detergents i netejadors.

Aquesta neteja, normalment amb aigua i detergents, es realitza en:

- La maquinària d'instal·lació fixa, és a dir, grans equipaments, en general
- Accessoris, normalment transportables, com són: motlles, safates, bobines, suports d'enrotllament, etc.

La neteja d'accessoris pot realitzar-se de manera més automatitzada amb sistemes de trens de rentatge, raspalls, rasquetes, etc. Alguns netejadors incorporen dissolvents industrials i compostos d'organoclorat en la seva formulació a fi de potenciar el seu poder de neteja sobre les restes de tintures i pastes d'estampació. Les aigües residuals de neteja contenen restes de colorants, pastes, fibres, borres, detergents i dissolvents netejadors. No es disposa de dades fiables sobre cabals i caracterització d'aquestes aigües residuals.

5.2.2. Residus

Els residus generats no específicament en els processos responen als corrents residuals més habituals i que podrien qualificar-se de residus genèrics o repetitius de tots els processos. N'hi ha una àmplia gamma, que s'identifica a continuació:

- Colorants obsolets (passats de moda) i caducats
- Palets de fusta
- Sacs de paper
- Contenedors de subministraments de productes a granel
- Bidons metàl·lics
- Bosses i bidons plàstics
- Caixes de cartró
- Fleixos metàl·lics
- Cons de filats (trencats o rebutjats)
- Safates i suports de tintura (trencats o rebutjats)
- Olis i lubricants usats
- Dissolvents esgotats de neteges
- Restes d'embalatge de paper i plàstic

- Productes finals fora d'especificació
- Matèria primera tèxtil rebutjada
- Productes sòlids/líquids abocats.

No hi ha dades en la bibliografia sobre les quantitats generades d'aquests residus, que depenen molt de la capacitat de producció, dels diferents processos efectuats i de la naturalesa del residu.

5.2.3. *Emissions a l'atmosfera*

Neteja amb dissolvents

Tal com comenta el punt 5.2.1, hi ha operacions no lligades al procés productiu, però que esdevenen imprescindibles per desenvolupar de manera contínua la producció.

Aquest és el cas d'algunes neteges que es realitzen amb dissolvents i que constitueixen fonts de generació d'emissions d'origen difús.

Aquests dissolvents i desengreixants s'utilitzen en operacions de neteja de màquines d'estampació, concretament en els injectors d'estampació i d'altres parts en contacte amb colorants, pigments i pastes d'estampació. També en alguns equipaments de tintura.

Emmagatzematge de productes finals

Els tèxtils emmagatzemats poden, en alguns casos, emetre compostos volàtils perquè s'utilitzen en operacions a les quals han estat sotmesos i estan presents d'una manera residual en els productes manufacturats, especialment matèries auxiliars impregnades en els productes tèxtils.

5.3. *Altres corrents residuals*

Malgrat que la descripció dels processos s'ha limitat, exclusivament, als processos productius directes de tintura, estampació i acabat, hi ha instal·lacions generals en les fàbriques tèxtils que són necessàries perquè aquells processos funcionin normalment.

Aquestes instal·lacions generals o de suport generen, a la vegada, uns corrents residuals també considerables.

5.3.1. *Aigües residuals*

Les aigües de proveïment emprades en els processos de tintura, estampació i acabats, tant si provenen de companyies subministradores com de captacions superficials o pous, tenen uns condicionaments de qualitat i, per tant, necessiten els tractaments adequats. Aquests tractaments solen ser:

- Eliminar-ne ferro i manganès
- Eliminar-ne sòlids en suspensió
- Eliminar-ne la duresa
- Eliminar-ne la salinitat.

Aquests tractaments generen les aigües residuals següents:

- Aigües residuals procedents dels rentatges dels filtres per eliminar sòlids en suspensió i precipitats
- Aigües de regeneració de llits de resines d'intercanvi iònic, o rebuigs salins procedents d'osmosi inversa (si se'n disposa). En ambdós casos, amb elevada conductivitat.

Els circuits de refrigeració han de purgar-se periòdicament per eliminar-hi les concentracions de sals. Aquestes purgues s'eliminen i s'incorporen a les aigües residuals, fet que n'augmenta la conductivitat.

Els circuits d'aigua de les calderes de vapor han de ser purgats i netejats, inclosos els *trommels* de vaporatge i els calderins. A part de la concentració de sals, de la basicitat i de la sílice de les purgues mateixes, per netejar circuits s'utilitzen productes desincrustants. Totes aquestes operacions de manteniment generen aigües residuals que contenen aquests productes.

5.3.2. Residus

La principal font de generació de residus de les instal·lacions auxiliars són els fangs procedents de les plantes de depuració d'aigües residuals.

Finalment, tots els tractaments d'aigües indicats anteriorment generen:

- Fangs i sediments procedents de precipitacions químiques i separacions mecàniques (sedimentació, filtració)
- Restes d'envasos de productes utilitzats en aquests tractaments.

5.3.3. Emissions a l'atmosfera

El principal focus de generació d'emissions a l'atmosfera està constituït per les calderes de generació de vapor.

També les instal·lacions de depuració d'aigües residuals (tipus biològic aerobi o fangs actius) generen emissions de compostos organovolàtils continguts en les aigües residuals que provenen dels processos de tintura i estampació.

5.4. Principals productes contaminants en les aigües residuals

S'inclou un llistat genèric dels principals compostos químics que poden trobar-se en les aigües residuals d'alguna operació de tintura, estampació i acabats.

Taula 43. Substàncies genèriques potencialment presents a les aigües residuals

Substància	Tintura pentinades i filats		Tintura i acabats teixits		Tintura y acab. gèneres punt		Estampació
	Cotó	Llana	Cotó	Llana	Llana	Cel·lulòsiq.	
Sabons	X	—	X	X	X	X	—
Det. aniónics	X	X	X	X	X	X	—
Det. no iònics	X	X	X	X	X	X	—
Carbonat sodic	—	—	X	X	X	—	—
Clorur sodic	X	X	X	X	X	X	—
Sulfat sodic	X	X	X	X	X	X	—
Greixos i olis	X	—	X	—	—	X	—
Impureses vegetals	X	—	X	—	—	—	—
Fècules	—	—	X	—	—	—	—
Carboximetilcel·lulosa	—	—	X	—	—	—	—
Cel·lulosa de metil	—	—	X	—	—	—	—
Poli alcohol vinilic	—	—	X	—	—	—	—
Poliacrilamides	—	—	X	—	—	—	—
Polièsteres	—	—	X	—	—	—	—
Humectants	X	—	X	—	—	X	—
Suavitizants	X	—	X	—	—	X	—
Comp. nitrogenats	X	—	X	X	X	X	X
AOX	X	X	X	X	X	X	—
Hipoclorit sodic	X	—	X	—	—	X	—
Clorit sodic	X	—	X	—	—	X	—
Blanquejants òptics	X	X	X	X	X	X	—
Sulfits	X	X	X	X	X	X	—
Bisulfits	X	X	X	X	X	X	—
Colorants	X	X	X	X	X	X	X
Pigments	—	—	—	—	—	—	X
Coure	X	—	X	—	—	X	—
Crom	X	X	X	X	X	X	X
Formaldehid	X	—	X	—	—	X	—
Àcid acètic	X	X	X	X	X	X	—
Naftol	X	—	—	—	—	—	—
Amines aromàtiques	X	—	X	—	—	—	—
Àcid fòrmic	—	X	X	X	X	X	—
Niquel	—	X	—	—	—	—	—
Cobalt	—	X	—	—	—	—	—
Fosfats	—	—	X	X	X	X	—
Fenols	X	X	X	X	X	—	—
Sulfurs	X	—	X	—	—	X	—
Tricloroetilè	—	—	—	X	X	—	—
Percloroetilè	—	—	—	X	X	—	—
Dioxid de titani	—	—	—	—	—	—	X
Ferro	—	—	—	—	—	—	X
Alumini	—	—	—	—	—	—	X

6

Oportunitats de prevenció de la contaminació

A continuació, es presenten les oportunitats de prevenció de la contaminació més rellevants, classificades segons l'esquema següent:

POSSIBILITATS DE REDUCCIÓ EN ORIGEN

Redisseny de productes

Redisseny de processos

Substitució de matèries primeres

Noves tecnologies

Bones Pràctiques.

POSSIBILITATS DE RECICLATGE EN ORIGEN

No es faran constar aquells apartats dels quals no s'han detectat oportunitats clares de prevenir la contaminació.

Cal ressaltar, també, que algunes de les oportunitats descrites podrien classificar-se en més d'alguna de les categories abans esmentades. En tot cas, s'ha seleccionat la ubicació que s'ha considerat més adequada.

6.1. Possibilitats de reducció en origen

REDISSENY DE PROCESSOS

6.1.1. Substitució de matèries primeres

6.1.1.1. Selecció de noves gammes de colorants reactius

Problemàtica tradicional

Els colorants reactius són una de les famílies de colorants més usada per teñir teixits de cotó, raió i lli. Per les seves característiques químiques inherents, només una part del colorant que s'introdueix en el bany de tintura reacciona químicament amb la fibra mitjançant un enllaç cova-

lent. La resta del colorant reacciona amb l'aigua i es denomina colorant hidrolitzat. Una part d'aquest colorant es queda en les aigües residuals de la tintura i l'altra part a l'interior de la fibra, però sense bones propietats de solidesa, motiu pel qual havia de ser eliminat en successives ensabonades i esbandides en calent.

Això suposava que una tintura amb colorants reactius requeria un consum d'aigua de:

- Bany de tintura
- Bany d'ensabonada en calent
- Bany d'esbandida
- Bany d'esbandida.

Com a exemple, una màquina, per tenyir 100 kg de teixit en corda amb un volum d'aigua de 1.000 litres, implicava un consum de 4.000 l perquè aquests 100 kg de teixit es tenyissin correctament.

Productes alternatius

Per donar resposta als actuals requeriments de:

- Noves normes de solidesa al rentatge domèstic
- Compliment de la legislació sobre abocaments
- Increment de l'eficiència de la producció
- Utilització de maquinària amb baixa relació de bany i amb sistemes de recuperació de calor.

S'han desenvolupat noves gammes de colorants reactius, els quals:

- Esgoten més sobre la fibra (amb això queda menys colorant en l'aigua de tintura)
- Cada molècula de colorant conté més grups reactius, amb la qual cosa el percentatge de colorant que reacciona amb la fibra és considerablement major (amb això disminueix la quantitat de colorant reactiu hidrolitzat, tant en el bany com en l'interior de la fibra)
- El colorant reactiu hidrolitzat en l'interior de la fibra és més fàcilment eliminable (amb això es reduirà el nombre de banys de rentatge)
- Combinen dos o més grups cromòfors en cada molècula de colorant per obtenir una alta densitat òptica respecte a la mateixa concentració de colorants d'antigues gammes. Per tant, s'incrementa la concentració de colorant (amb la qual cosa es redueixen els costos de transport). Segons els colorants que es comparin, a igualtat de concentració de la dissolució, la densitat òptica és entre un 15 i un 65% superior. Amb els nous colorants s'arriba a la mateixa intensitat de color sobre teixit amb menys % de colorant sobre pes de fibra
- Poden aplicar-se reduint la concentració d'electròlit necessari en el bany de tintura. Això suposa reduir la càrrega contaminant de les aigües residuals. També redueix el cost de productes químics de la fórmula de tintura. Per a una intensitat de tintura del 3% spf, amb els nous colorants es precisen 60 g/l de sal. Això suposa una reducció d'un 34% respecte a fórmules tradicionals

- Augmenta l'absorció del colorant en els fangs activats de la planta de tractament, si se'n disposa. D'acord amb la duresa de l'aigua, s'absorbeix entre un 150 i un 200% més en els fangs activats de la planta de depuració, en comparació amb els colorants reactius de les antigues gammes.

Àmbit d'aplicació

Les noves gammes de colorants reactius poden aplicar-se en les mateixes màquines que els colorants reactius tradicionals. Els punts forts d'aquesta tintura són els processos de tintura discontinua o per partides de filats de fibres cel·lulòsiques, teixits de fibres cel·lulòsiques en forma de corda, i també a l'ample tant en procés discontinu com continu.

Beneficis de producció

El menor nombre de banys de rentatge repercuteix en un increment de la productivitat de les instal·lacions industrials de tintura.

A més, tal com s'ha descrit anteriorment, s'aconsegueix:

- Menor consum de colorants per obtenir els mateixos resultats de tintura
- Menor consum de productes químics (electròlit).

Beneficis ambientals

Les aigües residuals de la tintura queden menys acolorides, amb menor contingut de sals solubles, i els colorants residuals són més fàcilment absorbibles en els fangs activats de les instal·lacions depuradores, fet que facilita el procés de depuració.

Paràmetres econòmics

Com s'ha dit anteriorment, s'aconsegueix reduir els costos dels productes químics de la fórmula de tintura, i també del seu transport.

Bibliografia

BRADBURY, COLLISHAW, MOORHOUSE (Dystar), Desarrollos en la tecnología de colorante reactivo. Revista de Química Textil núm. 153, (2001); p. 75-83.

DOUTHWAITE, F., Novel series of reactive dyes, International Dyer. (August 2001); p. 41-42.

6.1.1.2. Substitució de lubricants convencionals per olis hidrosolubles en la fabricació de teixit de punt

Problemàtica tradicional

La producció de teixits de punt requereix una lubricació eficient dels elements mecànics de la màquina de teixit de punt i de les agulles. El fil conduït per les agulles durant el procés de fabricació del teixit arrossega i reté part dels lubricants, que es van dispersant contra les agulles i les frontures.

El teixit de punt pot arribar a contenir entre el 4 i el 8% del seu pes en oli lubricant usat en teixidura.

Segons el tipus de fibres que formen el teixit de punt, i el tipus de lligament, el procés d'enobliment tèxtil pot iniciar-se amb operacions de rentatge al medi aquós, o amb operacions de tractament tèrmic, generalment en ram, amb l'objectiu d'estabilitzar d'una manera dimensional el teixit de punt. En aquest segon cas, els components més volàtils dels olis poden donar lloc a l'emissió de fums. L'enginyer responsable dels processos és qui prendrà la decisió de quina de les dues vies cal adoptar, generalment després d'assaigs de laboratori.

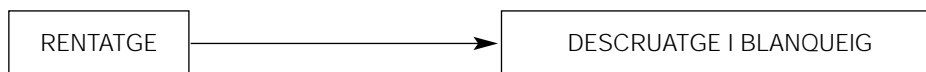
En el medi aquós, aquests olis han de ser eliminats del teixit a través de processos d'emulsió, fet que implica utilitzar detergents i productes emulsionants al medi alcalí, agents d'antire-deposició, temperatures de treball d'entre 80-100 °C i contaminació de les aigües residuals.

El consum d'aigua és, aproximadament, de 10 litres per quilo de teixit, el temps del procés entre 30-60 min i la temperatura de rentatge ha de ser de prop de 100 °C.

Productes alternatius

Substituir els antics olis lubricants no biodegradables i no autoemulsionables per nous lubricants amb caràcter autoemulsionable per fabricar teixit de punt en permet l'eliminació del teixit en aigua a 40 °C, fet que permet portar a terme el descruatge i el blanqueig del teixit en una sola etapa (efectuant en un sol bany les dues operacions o, segons els casos, en un sol bany, però efectuant primer el descruatge i després el blanqueig) amb el consegüent estalvi de temps en màquina, estalvi en temps de procés, en consum d'aigua i estalvi d'energia.

Tradicional:



Alternativa proposada:



Àmbit d'aplicació

Aquesta tècnica pot aplicar-se a les plantes de teixidura ja en funcionament. En ocasions pot ser necessari substituir les conduccions d'oli de l'interior de la màquina de teixit de punt. En alguns casos, algun tipus de pintura de les màquines pot acabar perjudicat.

Beneficis de producció

Els beneficis de producció no s'obtenen en l'empresa de teixidura, sinó en les posteriors operacions de preparació, blanqueig, tintura, etc. i s'aconsegueix:

- Reduir el temps de rentatge
- Reduir la temperatura de rentatge

- Reduir el temps de procés, ja que en una sola operació es pot efectuar el rentatge del teixit, el seu descruatge i el seu blanqueig
- Incrementar la productivitat.

Beneficis ambientals

- Important reducció del consum d'aigua
- Important reducció del consum d'energia.

Paràmetres econòmics

El cost d'implantació d'aquesta tècnica no és major que el de la tècnica anterior, si es consideren tots els paràmetres econòmics que cal tenir en compte, és a dir, des del cost dels nous olis, que sense cap dubte és major, als costos de rentatge, que són menors, i als costos de depuració que també es veuen reduïts. Cal esperar que en un futur es pugui reduir el percentatge d'oli que contingui el teixit de punt en ser fabricat per maquinària d'última generació, fet que permetria obtenir estalvis encara molt superiors.

6.1.1.3. Substitució de tensioactius per tensioactius biodegradables

Problemàtica tradicional

En la indústria tèxtil, els tensioactius es consumeixen en gairebé tots els processos que van des de la preparació i blanqueig fins a l'aprest dels teixits. Després dels processos de tintura o d'estampació, habitualment el teixit se sotmet a un o diversos rentatges en els quals s'utilitzen tensioactius com a agents de rentatge, que solen provocar problemes de contaminació en les aigües residuals per la presència d'escuma i deficient biodegradabilitat.

Productes alternatius

L'objectiu consisteix a substituir els tensioactius convencionals per tensioactius biodegradables en un 80-90% en 24 hores, que generin una DQO inferior, i que tinguin un elevat poder dispersant i un molt baix poder escumós.

Les noves fórmules de rentatge impliquen incorporar als banys de tractament una concentració del nou producte similar a les formulacions tradicionals. Naturalment, la concentració de tensioactiu biodegradable utilitzada en cada cas depèn del tipus de teixit, del tipus i la quantitat d'impureses a eliminar, i del sistema de maquinària, la temperatura i el temps adequats a les característiques del producte final.

Àmbit d'aplicació

En la indústria tèxtil, els tensioactius es consumeixen en gairebé tots els processos que van des de la preparació i el blanqueig fins a l'aprest dels teixits. Els nous tensioactius poden aplicar-se en la totalitat d'instal·lacions disponibles.

Beneficis de producció

Els paràmetres de producció es mantenen en el mateix ordre que amb els tensioactius anteriors.

Beneficis ambientals

D'aquesta manera, s'aconsegueix incrementar l'eficiència de les plantes depuradores. A més, els tensioactius biodegradables redueixen el risc d'alteracions en el sistema hormonal dels peixos.

Paràmetres econòmics

Malgrat que els nous tensioactius biodegradables són significativament més cars que els anteriors, una bona gestió de la planta depuradora recomana la implantació d'aquesta tècnica.

Algunes empreses espanyoles ja han començat a treballar amb tensioactius biodegradables, i s'ha constatat que el preu més elevat d'aquests productes pot ser compensat per una major eficiència en la planta depuradora, que dóna lloc, per tant, a un balanç final favorable, tant des del punt de vista mediambiental com econòmic.

Bibliografia

Sturm test (OECD 301 B).

Informaciones técnicas de Bayer. Basf, Color Center, SA, Tenycol, SA.

6.1.1.4. Substitució del procés de tintura de la llana per cromatatge posterior pel procés de tintura amb colorants reactius

Problemàtica tradicional

La tintura de filats o teixits de llana amb colorants al crom i cromatatge posterior permet obtenir bones solideses finals de la tintura. No obstant, aquest procés té greus inconvenients:

- La producció es realitza en dues fases
- Inevitablement, les aigües residuals contenen metalls pesants (p. ex. crom)
- El color final de la tintura no només depèn del procés de tintura amb el colorant àcid, sinó també del procés de cromatatge posterior.

Productes alternatius

Hi ha una alternativa basada en aplicar colorants reactius per a llana, els quals no contenen metalls pesants, donen excel·lents solideses finals i s'apliquen en una sola fase.

Àmbit d'aplicació

La maquinària adequada per tenyir filats o teixits de llana és adequada per a aquest nou procés de tintura.

Beneficis de procés

- Reduir el temps de tintura
- Reduir la temperatura de tintura
- Major seguretat en el matis final de la tintura.

Beneficis ambientals

Eliminar els metalls pesants en les aigües residuals.

Paràmetres econòmics

- Major productivitat de les instal·lacions de tintura
- Més possibilitats d'automatitzar i robotitzar els processos de tintura.

6.1.1.5. Nous colorants sulfurosos seleccionats

Problemàtica tradicional

Els colorants sulfurosos són àmpliament utilitzats en el món per tenyir fibres cel·lulòsiques. Els colorants tradicionals, generalment de baix preu, contenen una elevada concentració d'impureses com ara sals, sulfurs i polisulfurs. Solen presentar-se en concentracions relativament baixes i donen rendiments tintorers baixos (és a dir, que per aconseguir matisos intensos cal posar en el bany quantitats importants de colorant). Es tracta de colorants de baix esgotament i, per tant, les aigües residuals que es generen queden tan colorades que les tintures només resulten econòmiques quan el bany es va reforçant i reutilitzant per a successives tintures.

Productes alternatius

Els nous colorants sulfurosos presenten millores respecte als tradicionals. Les principals són:

- Estan pràcticament lliures de sulfurs i polisulfurs
- Augmenten entre un 100 i un 150% la concentració en què es poden adquirir.
- Utilitzen sistemes binaris d'agents reductors, en substitució dels sistemes tradicionals a força de sulfur sòdic en el medi alcalí, que proporcionen molt bons resultats, tant des del punt de vista tècnic com mediambiental. Els principals sistemes binaris d'agents reductors són:
 - Glucosa + hidrosulfit
 - Glucosa + hidroxicetona
 - Glucosa + formamidina-àcid sulfínic
 - Glucosa + àcid hidroximetanosulfínic.

Àmbit d'aplicació

Els nous colorants sulfurosos són adequats tant per tenyir amb sistema discontinu com amb sistema continu, i són aplicables en les mateixes instal·lacions industrials en les quals s'apliquen els antics.

Beneficis de procés

Amb els nous colorants, la productivitat de les instal·lacions pot augmentar.

Beneficis ambientals

La utilització d'aquests nous colorants sulfurosos permet:

- Reduir la generació d'envasos de colorants buits que han de ser gestionats i de costos de transport
- Minimitzar les emissions de SO₂ a l'atmosfera
- Reduir el consum d'aigua
- Reduir la càrrega contaminant dels efluent generats en la tintura i en els rentatges posteriors, que presenten quantitats molt inferiors de sulfurs i polisulfurs, espècies químiques reductores que contribueixen de manera significativa a la DQO.

Paràmetres econòmics

La utilització d'aquests nous colorants sulfurosos permet reduir els costos de gestió de residus, així com els costos de depuració de les aigües residuals.

Bibliografia

Información técnica de Clariant Ibérica, SA

Diresul RDT concentrat.

Revista de Química Textil (1993), núm. 113; p. 74-86.

6.1.1.6. Nou sistema oxidant de tintures amb colorants sulfurosos

Problemàtica tradicional

L'oxidació és una etapa ineludible en el procés de tintura amb colorants sulfurosos que produeix un canvi de color en la molècula de colorant i la fa insoluble dins de la fibra. És habitual utilitzar sistemes oxidants basats en bromats, iodats i clorits que, a causa de la presència d'halògens, produeixen índexs d'AOX per sobre dels límits legals en les aigües residuals del procés. Encara que, generalment, poden considerar-se fora d'ús, aquesta oxidació pot realitzar-se també amb sistemes oxidants sobre la base de dicromats, fet que genera la presència de metalls pesants en les aigües.

Productes alternatius

La utilització de peròxids en comptes dels sistemes oxidants abans esmentats permet evitar el problema. El nou agent oxidant Diresul EF aconsegueix un efecte oxidant complet amb els avantatges següents:

- Menor contribució en el nivell de la DQO de les aigües residuals
- Absència de metalls pesants
- Índex de l'AOX dins els límits legals.

Àmbit d'aplicació

El nou sistema oxidant pot aplicar-se en totes les empreses ja existents i no hi ha limitacions quant al seu ús, ni per volum d'aplicació ni per altres circumstàncies.

Beneficis de procés

El nou oxidant actua de manera similar als utilitzats tradicionalment, però permet millorar la qualitat del producte, ja que produeix efectes d'oxidació uniformes.

Beneficis ambientals

- Disminució de la DQO dels banys oxidants
- Absència de metalls pesants en els banys residuals
- Absència d'halògens i, per tant, disminució del paràmetre AOX.

Paràmetres econòmics

En aconseguir oxidacions més uniformes, es poden preveure estalvis en els costos de depuració d'aigües, així com en el cost de producció.

Bibliografia

Información técnica de Clariant Ibérica, SA.

Revista de Química Textil (1993), núm. 113; p. 74-86.

6.1.1.7. Noves fórmules de banys reductors després de la tintura de polièster amb colorants dispersos

Problemàtica tradicional

La tintura de filats i teixits de polièster amb colorants dispersos requereix un posterior procés per eliminar el colorant dispers que queda en la superfície de les fibres mitjançant l'anomenat rentatge reductor, el qual es formula amb:

- 1-2 g/l hidrosulfit sòdic (agent reductor)
- 1-2 g/l NaOH
- 1 cm³/l d'agent dispersant

El bany reductor es condueix a una temperatura de gairebé 70 °C durant un temps de 20 min.

La utilització en excés d'hidrosulfit, que a més pot contenir sulfur lliure, provoca elevats nivells de DQO en les aigües residuals.

Producte alternatiu

L'objectiu general consisteix a limitar la utilització d'hidrosulfit sòdic.

Els productes substitutius són:

- Diòxid de tiourea
- Hidroxiacetona (DQO = 1080 mg/l per al producte pur)
- Borohidru de sodi.

A continuació, es presenten diversos exemples sobre com utilitzar aquests productes substituïts:

Exemple 1

10 g/l d'hidrosulfit sòdic poden ser substituïts per 2,5 g/l d'hidrosulfit sòdic + 0,75 g/l de diòxid de tiourea.

Exemple 2

La combinació de borohidru de sodi amb hidrosulfit sòdic també pot conduir als mateixos resultats que l'hidrosulfit sòdic sol.

Exemple 3

D'1 a 3 g/l d'hidroxiacetona són adequats per substituir l'hidrosulfit sòdic com a bany reductor de tintures de polièster amb colorants dispersos.

Àmbit d'aplicació

Aquests productes poden aplicar-se en les empreses preparades per tenyir fibres de polièster amb colorants dispersos.

Beneficis de producció

La solidesa al fregament i al rentatge dels teixits rentats amb aquests productes són les mateixes que amb el bany reductor tradicional.

Beneficis ambientals

El balanç mediambiental és positiu ja que s'aconsegueix reduir la DQO en les aigües residuals.

Paràmetres econòmics

Els beneficis econòmics són els essencialment derivats dels beneficis mediambientals, ja que s'aconsegueix reduir el cost del tractament de les aigües residuals.

6.1.2. Noves tecnologies

6.1.2.1. El procés Econtrol per a la tintura de teixits cel·lulòsics amb colorants reactius seleccionats

Problemàtica tradicional

La tintura de teixits de cotó i d'altres fibres cel·lulòsiques amb colorants reactius és una de les més importants en l'actualitat. Aquesta tintura pot efectuar-se bé en processos discontinus, o en processos semicontinus o continus.

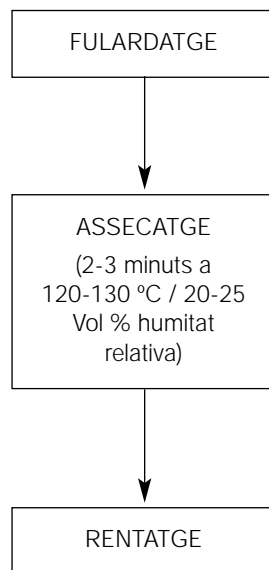
Els processos continus de tintura, dels quals hi ha moltes variants, essencialment es basen a:

- Impregnar el teixit amb la dissolució de colorant reactiu juntament amb els productes auxiliars, entre els quals s'incorporava la urea per raó del seu caràcter higroscòpic
- Assecar
- Vaporar: durant la fase de vaporatge, la presència d'urea ajuda a mantenir sobre la fibra un nivell d'humitat que és necessari per assegurar una bona difusió del colorant reactiu cap a l'interior de la fibra i la seva posterior reacció química
- Rentar el teixit per eliminar tot el colorant que no hagi reaccionat amb la fibra.

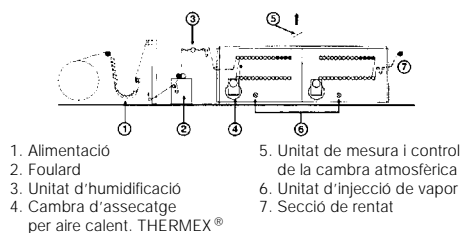
Hi ha diversos sistemes per tenyir el teixit. La utilització de qualsevol d'aquests sistemes amb colorants reactius implica el consum de determinats productes químics que apareixeran, inevitablement, en les aigües residuals del procés, a més de presentar alguns problemes de qualitat d'acord amb els teixits a processar. Un d'aquests productes químics, com ja s'ha esmentat abans, és la urea. La urea contribueix a augmentar el nivell de nitrogen en les aigües residuals, fet pel qual és recomanable la seva progressiva reducció.

Tècnica alternativa

El procés d'Econtrol proporciona una ruta de fixació en una etapa, la qual cosa permet, en la indústria actual, tenyir d'una manera eficient lots llargs o curts evitant temps llargs d'enrotllament. La seqüència fonamental d'etapes es mostra en la figura següent:



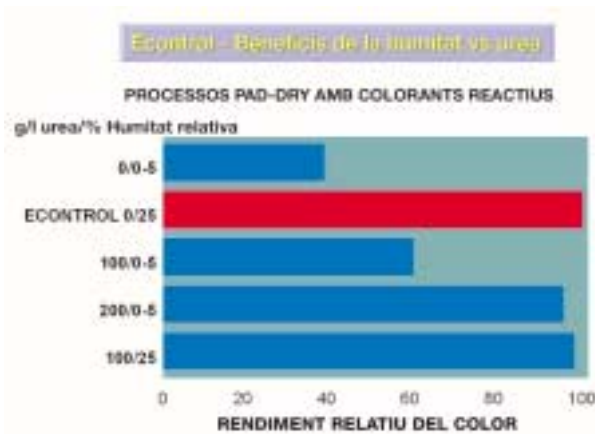
El diagrama de la maquinària d'Econtrol Thermex Monforts es mostra en la figura següent.



La innovació utilitza les lleis físiques de l'evaporació de l'aigua de la cel·lulosa per proporcionar les condicions òptimes de temperatura i humitat en la cambra d'assecatge per aire calent (*Hot Flue*), ideal per fixar eficientment els colorants reactius especialment seleccionats. La introducció de nous colorants amb una reactivitat relativament alta, com *Levafix CA*, ha proporcionat una aplicació més àmplia del procés Econtrol.

Els principis de la fixació per Econtrol es basen en la temperatura del teixit aconseguida durant el procés d'assecatge, que depèn de la humitat relativa en la cambra d'assecatge per aire calent (*Hot Flue*). En aquestes condicions, el colorant reactiu inicia la seva fixació en la cel·lulosa durant l'etapa perllongada a la temperatura de bulb de 68-69 °C, que completa la fixació durant l'augment ràpid de temperatura fins al valor final de 120 °C.

El procés d'Econtrol, a més, evita la necessitat d'utilitzar urea, fet pel qual s'obté un rendiment màxim del color. En la figura següent, es mostra la comparança entre el rendiment de color obtingut en un procés *pad-dry*¹⁵ amb colorants reactius, amb i sense Econtrol (amb distintes condicions de concentració d'urea i humitat relativa).



Procés Econtrol: Concentració d'urea / Humitat vs. rendiment del color

¹⁵ *Pad-batch*: el teixit s'impregna del bany de tintura a l'ample en un foulard i, posteriorment, passa entre dos corrans, que realitzen una espremuda a l'ample. Després, el teixit és enrotllat sobre un plegador a tensió constant i recobert amb un film plàstic per evitar evaporacions localitzades. El plegador es manté en rotació, en fred, durant les hores necessàries perquè es produeixi la reacció.

La recepta general del procés de fulardatge mitjançant l'Econtrol seria:

X g/l de colorant reactiu

Y g/l d'àlcali (segons el colorant reactiu)

1-2 g/l d'agent humectant

0-10 g/l d'antimigrant (segons el teixit).

Àmbit d'aplicació

Actualment, l'Econtrol és un procés ben establert amb avantatges demostrables sobre altres processos més tradicionals de fulardatge. A mesura que les demandes tècniques i comercials en la indústria tèxtil augmenten, el procés d'Econtrol tendeix a una important contribució que proporciona una producció en continu de teixits tintats de manera ràpida, econòmicament viable, mediambientalment acceptable i d'alta qualitat.

Beneficis de producció

Beneficis de maquinària:

- No cal el preassecador d'infrarojos
- No cal el vaporitzador
- No calen les estacions de *batch*/rotació
- Augment del temps de vida de la maquinària, ja que no s'utilitzen auxiliars químics com sal o sillicats
- Procés ideal per a tecnologies versàtils
- Eficiència energètica per controlar la humitat òptima.

Beneficis del procés:

- El procés continu és més simple i curt
- S'eviten seqüències d'enrotllament improductives
- S'obtenen millors rendiments de fixació del color que amb el sistema *pad-batch*¹⁵
- Opció ideal per a lots curts
- Rentatge eficient en absència de sal.

Beneficis en el teixit:

- Fàcil manipulació a causa de condicions suaus de fixació
- Es minimitza la migració per fixació ràpida i control d'humitat, especialment important en teixits amb pèl
- No es produeixen trencaments en teixits amb pèl (freqüents en el sistema *pad-batch*¹⁵)
- Es millora la solidesa al fregament de teixits amb pèl a causa d'una millor migració del colorant a les puntes

- Es millora la penetració en teixits difícils (comparat amb *pad*/termofixació¹⁶) a causa de la presència d'humitat a temperatures altes del teixit
- Es millora la cobertura del cotó immadur comparat amb el sistema *pad-batch* o amb la tintura per esgotament
- Hi ha una millor difusió en teixits de cel·lulosa regenerada que amb altres mètodes de *pad-dry*/termofixació¹⁶
- Versatilitat; es poden teyir una gran varietat de teixits
- No hi ha efecte moaré.

Beneficis ambientals

- No es consumeix urea, ni sals (clorur/sulfat), ni silicat sòdic, amb la qual cosa s'aconsegueix reduir la càrrega contaminant de les aigües residuals
- Es redueix el consum d'energia.

Paràmetres econòmics

L'aplicació d'aquesta tècnica requereix l'adquisició de la instal·lació que ja s'ha descrit.

Els beneficis econòmics del procés Econtrol s'han documentat àmpliament. Inclouen:

- Menors costos en auxiliars químics, ja que no cal l'ús de silicat sòdic, clorur sòdic o urea en la formulació del bany de tintura. En molts casos, el consum de colorant també és menor en el procés Econtrol en comparació amb altres processos, com el *pad-batch*
- Menor cost de vapor
- Menor cost derivat del consum energètic
- Menor cost de depuració d'aigües residuals.

Si es té en compte l'augment de productivitat en eliminar els elevats temps d'enrotllats, queda patent que el procés d'Econtrol pot oferir estalvis significatius sobre el *pad-batch* (taula 44). Malgrat el menor cost en maquinària en el procés *pad-batch*, el procés Econtrol s'ha confirmat com el més efectiu per reduir costos en termes del cost total del procés.

¹⁶ *Pad-dry*: el teixit s'impregna del bany de tintura o d'aprest a l'ample en un fulard i, posteriorment, s'aplica un tractament tèrmic en ram. S'asseca també a l'ample (molts dels aprests al final del procés s'apliquen d'aquesta forma).

Pad-dry-termofixació: igual que el cas anterior, però amb una etapa posterior de termofixació en un ram.

Taula 44. Consum de colorant/productes químics
(Cotó merceritzat, 300g/m², 75% d'impregnació del bany de fulardatge)

Operació	Pad-batch (mètode silicat sòdic)	Econtrol	Diferència (%)
Levafix Yellow CA	15,0 g/l	13,7 g/l	-8,7
Levafix Red CA	12,0 g/l	11,6 g/l	-3,3
Levafix Navy CA	10,4 g/l	10,1 g/l	-2,9
Colorant real	37,4 g/l	35,4 g/l	-5,3
Urea	100 g/l	—	-100
Agent humectant	2 g/l	2 g/l	0
Silicat de sodi 38° Bé	50 ml/l	—	-100
Licor càustic 50%	14 ml/l	6 ml/l	-57
Carbonat sòdic	—	10 g/l	—
Total productes químics	166 g/l	18 g/l	-89
Digestió	12 hores	2 minuts	

6.1.2.2. Colorite

Problemàtica tradicional

Habitualment, el fabricant de teixit acabat ha de proporcionar als seus clients mostres del teixit en els colors sol·licitats. En altres ocasions, han de produir-se models físics d'algunes talles abans que el client decideixi adquirir una partida. Això comporta un procés de tintura molt complex, una estampació i un acabat de petits metratges i confecció peça per peça, que ocasionen consums de recursos i generació d'efluents i residus superiors, proporcionalment, als que es generen amb partides més grans.

Tècnica alternativa

Colorite és un programa informàtic mitjançant el qual és possible veure el color real d'una mostra en pantalla i sobre textures diferents. Es pot enviar aquesta informació mitjançant correu electrònic a qualsevol altra part del món amb la total garantia que allà es veurà exactament del mateix color (color real). És una nova eina per a la comunicació del color.



Àmbit d'aplicació

És adaptable a qualsevol planta en funcionament que treballi amb la comunicació del color: tintoreries, confeccionistes, dissenyadors, etc.

Beneficis de producció

Els beneficis més significatius són:

- Es redueixen el temps i el cost en l'enviament de mostres
- Hi ha una major agilitat en la comunicació del color correcte
- Es redueixen les partides defectuoses gràcies al control visual del color a través d'un monitor.

Beneficis ambientals

El fet de realitzar menys mostres fa que s'eliminin els residus (restes de colorants i auxiliars de prova, restes d'aprests, restes de pastes d'estampació, etc.) i les aigües residuals generades en la preparació de mostraris.

Paràmetres econòmics

Encara que aplicar d'aquesta tecnologia implica el cost de la seva adquisició, aquest cost és fàcilment amortitzable gràcies a l'estalvi en despeses d'enviament de mostres i en la realització de mostres que es poden rebutjar o que acaben per descartar-se.

El nombre d'empreses que han implantat aquesta nova tècnica de comunicació és cada vegada major. Entre les referències existents hi ha:

- Estats Units: Wal-Mart, Burlington, Burke Mills, Fruit of the Loom, Guilford Mills
- Europa: Oaxley Threads, Penn Nyla, Marks & Spencer, Textured Jersey, Triumph, Courtalds.

6.1.2.3. Recuperació i reutilització de pastes d'estampació

Problemàtica tradicional

La pasta d'estampació que queda en el sistema d'estampació rotativa en finalitzar el procés d'estampació s'elimina durant la neteja dels diferents elements de l'equipament: motlles, siste-

mes de rasqueta, conduccions, bidons, etc. Això suposa una important pèrdua de colorants i pasta d'estampació, amb tots els productes químics necessaris i amb la corresponent contaminació de les aigües residuals. Ha d'esmentar-se també la pèrdua de producció com a conseqüència dels temps de rentatge de tot el sistema.

Si no hi ha instal·lació de recuperació de pastes, per cada color estampat s'estima que es perden, aproximadament, uns 2,8 kg de pasta d'estampació en màquina estreta i 3,8 kg de pasta d'estampació en màquina ampla. En multiplicar-lo pel nombre de colors que pot arribar a tenir un disseny (8-9) i pel nombre de canvis d'estampació que es poden arribar a realitzar al llarg de l'any (aprox. 6000), resulta que, anualment, es perden entre 134 i 205 t de pastes d'estampació que, en la seva majoria, van a parar a les aigües residuals o, en el millor dels casos, són parcialment segregades com a residus.

Tècnica alternativa

La nova tecnologia patentada (sistema realitzat per Stork Brabant, Boxmeer, The Netherlands) aconsegueix netejar i recuperar la pasta d'estampació dels conductes del sistema d'estampació.

Amb aquest sistema de recuperació de pasta, s'estima que les restes passarien a ser d'1,1 kg de pasta en màquina estreta i d'1,8 kg en màquina ampla.

La pasta recuperada (entre el 60 i el 75%) podrà ser reutilitzada com a component per a les pastes d'estampació posteriors, si es disposa de l'equipament de colorimetria i el programari adequats, o bé podran ser gestionades com a residus.

Àmbit d'aplicació

Aquesta tècnica pot ser aplicada en la majoria de màquines d'estampació rotativa mitjançant cilindres microperforats i, preferentment, en les màquines d'estampació *Stork*.

Beneficis de producció

Els beneficis de producció deriven del menor consum de colorants i de pastes d'estampació gràcies a la recuperació que s'aconsegueix.

Beneficis ambientals

La recuperació de pastes permet:

- Reduir la càrrega contaminant de les aigües residuals generades en la neteja dels equips d'estampació
- Gestionar correctament, com a residu, les pastes recuperades i no reutilitzades
- Reduir el consum d'aigua per a operacions de neteja
- Reduir el consum de reactius i energia en la depuració de les aigües residuals.

Paràmetres econòmics

Tot i que la instal·lació per recuperar les pastes requereix una inversió inicial, l'estalvi anual pot arribar a uns 48.000 €.

6.1.2.4. Tractament reductor després de la tintura de polièster amb colorants dispersos en el mateix bany de tintura

Problemàtica tradicional

Tradicionalment, després de la tintura del polièster a 130 °C, el bany de tintura ha de ser refredat a 70 °C i, posteriorment, es llença i s'introdueixen en el nou bany els productes següents:

- NaOH
- Hidrosulfit sòdic (agent reductor)
- Agent dispersant.

El bany reductor s'efectua a 80 °C durant 20 min. A continuació, el bany es llença i han de gastar-se un o dos banys addicionals per eliminar els agents reductors i els àlcalis residuals.

Tècnica alternativa

Una nova formulació de productes tensioactius permet, en molts casos, efectuar el bany reductor en el mateix bany de tintura, durant el cicle de refredament entre els 130 i els 70 °C.

Al final de la tintura a 130 °C, s'inicia el refredament del bany. Quan s'arriba aproximadament a 98 °C, s'introdueix en la màquina Tenyclear PES: 3g/l (producte que conté diòxid de tio-urea, àlcali, agents dispersants, etc.).

Durant el refredament fins a 70 °C durant 20 min, el producte fa el rentatge reductor del polièster.

Àmbit d'aplicació

La maquinària de tintura ha d'estar preparada per afegir d'una manera programada els productes a temperatures pròximes a 100 °C.

Beneficis de producció

Increment de la productivitat de la fàbrica en reduir el temps global del procés.

Beneficis ambientals

- Es redueix el consum d'aigua
- Es redueix el consum d'energia
- Es redueix la càrrega contaminant de les aigües residuals generades.

Paràmetres econòmics

Si es dona el cas que la maquinària de la qual es disposa per realitzar la tintura no permet afegir d'una manera programada els productes químics i auxiliars a temperatures al voltant de 100 °C, s'haurà de tenir en compte el cost d'inversió d'adquirir maquinària nova.

D'altra banda, es redueix el cost global del procés de tintura a causa del menor consum de recursos i de productes químics.

Bibliografia

Información técnica de Tenycol, SA.

6.1.2.5. Màquina de tintura *jet-overflow* amb moviment del teixit mitjançant un sistema aire-aigua

Problemàtica tradicional

Les màquines tipus *jet-overflow* aconseguen un major contacte entre el bany de tintura i el teixit a través d'un flux coaxial del bany de tintura i del teixit. La majoria d'aquestes màquines operaven amb relacions de bany (proporció de kg teixit/litres de bany) entre 1:8 i 1:12, d'acord amb el tipus de màquina i el tipus de teixit que cal processar.

Tècnica alternativa

Es tracta d'una màquina que, amb un sistema aigua-aire, pot guiar el teixit un cop dins de la màquina. Això permet funcionar a molt baixa relació de bany, gairebé 1:4, amb cicles de refredament i escalfament més ràpids que en les màquines convencionals.

Àmbit d'aplicació

Aquesta màquina implica substituir les màquines tradicionals, i pot instal·lar-se en les mateixes plantes que les anteriors.

Beneficis de producció

La màquina és completament automàtica pel que fa als cicles de tintura, addició de productes, etc.

El nou sistema aconseguix un moviment suau del teixit i que els doblecs del teixit variïn de posició a cada volta de la corda de teixit, cosa que evita arrugues permanents que disminuirien la qualitat del producte.

Beneficis ambientals

Aquesta màquina permet estalviar energia perquè té cicles de refredament i escalfament més ràpids que les màquines convencionals, i estalviar aigua, ja que treballa amb una relació de bany molt baixa.

Paràmetres econòmics

Cal considerar el cost d'adquisició de la nova maquinària.

Pel que fa a l'estalvi aconseguit, cal compatibilitzar què implica la disminució de consum d'aigua i d'energia.

Bibliografia

Información técnica de la máquina Airtint. Argelich i Termes.

6.1.2.6. Liposomes com a auxiliars per tenyir la llana

Problemàtica tradicional

La tintura de llana és un procés generalment llarg i costós. Atès que la fibra de llana té la capacitat d'enfeltrar-se i pot deformar-se a causa del seu caràcter hidrotermoplàstic, la qualitat final del teixit depèn en gran mesura del temps de procés, a més de la temperatura i del pH del bany. Els banys de tintura, a més de contenir els colorants i els productes químics necessaris, han de dur les quantitats suficients de productes igualadors i electròlits (sals solubles), per la qual cosa la DQO de les aigües residuals de la tintura és elevat.

Tècnica alternativa

La utilització de liposomes com a productes auxiliars per tenyir la llana amb colorants àcids permet tenyir-la obtenint bons esgotaments, a 80 °C (temperatura inferior a la utilitzada en el sistema tradicional) durant 40 min, fet que implica:

- Menor dany superficial de la llana
- Estalviar energia
- No utilitzar electròlit
- Menor DQO en les aigües residuals de la tintura
- Utilitzar liposomes com a productes auxiliars en la tintura de la llana amb colorants àcids, que es realitza en un bany que contingui:
 - Lipopur (liposoma): 0,1-0,2% spf
 - Àcid fòrmic: pH predeterminat
 - Colorant àcid.

En el cas de barreges de llana/polièster, la temperatura ha d'eleva-se a 100 °C i s'ha d'afegir una baixa concentració de portadors (*carriers*), de manera que el colorant dispers s'esgota sobre el polièster. No obstant, cal tenir en compte que els liposomes poden fer que el colorant dispers es difongui per l'interior de la fibra de llana, de manera que cal dur a terme assaigs dels colorants dispersos per a la tintura amb liposomes, a fi d'evitar posteriors problemes en la solidesa de la tintura.

Àmbit d'aplicació

Totes les plantes preparades per tenyir la llana poden utilitzar la tintura de llana amb liposomes.

Beneficis de producció

A més d'incrementar la productivitat de la instal·lació de tintura com a conseqüència de les dades exposades, la qualitat dels articles tenyits millora. El tractament de la llana a temperatures més baixes fa que el teixit sigui més suau.

Beneficis ambientals

El procés de tintura no consumeix electròlit, i es redueix d'aquesta manera la conductivitat de les aigües residuals generades. La formulació del bany de tintura amb liposomes presenta menor DQO (reducció fins a un 50%) que els banys de tintura tradicionals.

Paràmetres econòmics

El major cost dels liposomes es compensa amb l'estalvi energètic (en tenir a menor temperatura) i la millor qualitat del teixit, amb la qual cosa el cost global és favorable al nou procés.

- Estalvi de productes químics en euros per a 100 kg de llana tenyida

Taula 45

Producte	Cost tintura normal (€/100 kg)	Cost tintura amb liposomes (€/100 kg)
Àcid sulfúric	0,23	0,23
Sulfat sòdic anhidre	0,95	—
Esterol Pag	1,45	—
Lipopur	—	0,57
Cost total	2,63	0,80
Estalvi		69,6%

- Estalvi d'energia en euros per a 100 kg de llana tenyida

Taula 46

Tipus de tintura	kg de vapor	Cost (€/100 kg)
Tintura normal	15,44	0,43
Tintura amb liposomes	13	0,36
Estalvi		16,3 %

- Estalvi total en pessetes per a 100 kg de llana tenyida

Taula 47

Procés	Productes químics	Vapor	Total
Tintura normal	438	70,84	508,84
Tintura amb liposomes	134	59,8	193,8
Estalvi			62%

- Estalvi de cànon d'abocament

En un cas concret, la tintura amb liposomes ha permès reduir la concentració de sulfats en un 30% i la DQO en 200 unitats. La reducció del nivell dels paràmetres sobre la base dels quals es calcula el cànon d'abocament ha suposat una reducció de tipus de 0,20 €/m³.

Bibliografia

Información técnica de Color Center, SA.

6.1.2.7. Rentatge de teixits de punt elàstics abans del procés de termofixació

Problemàtica tradicional

Els teixits de punt elàstics de fibres químiques (polièster o poliamida) amb filaments d'espàndex solen sotmetre's a una primera etapa de termofixació del teixit, que es realitza en un ram, per evitar imperfeccions en les posteriors etapes de rentatge i tintura.

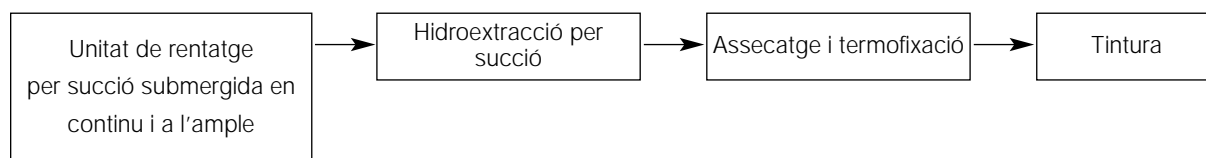
Els filaments d'espàndex contenen elevats quantitats d'olis procedents de l'etapa de teixidura, que han de ser eliminats abans de la tintura. Aquests olis donen lloc a importants emissions de fums durant el procés de termofixació. Els olis residuals que encara queden en el teixit després de la termofixació són més difícils d'eliminar en els rentatges successius, fet que pot comprometre la qualitat final de la tintura.

Procés tradicional:



Tècnica alternativa

El nou procés proposa el rentatge del teixit elàstic de punt per eliminar els olis de teixidura abans de la termofixació.



L'aplicació d'aquesta tecnologia permet minimitzar les emissions de fums en el ram, estalviar aigua en el rentatge i augmentar la productivitat.

Per obtenir un resultat òptim aplicant aquesta tècnica, és convenient substituir els olis tradicionals per olis hidrosolubles durant la producció de teixit de punt, ja que els olis hidrosolubles són més fàcilment eliminables en una primera etapa de rentatge en continu.

Aquest rentatge inicial en continu es porta a terme en una unitat SHARK-2000 de TVE-Escalé de succió submergida (dues etapes), amb una hidroextracció posterior per succió. A continuació, el teixit de punt es passa pel ram, on té lloc la termofixació. Amb això, s'aconsegueix que el teixit entri al ram humit però no mullat, amb la qual cosa, en els primers camps del ram i mentre es va eliminant aquesta humitat, l'estructura global del teixit de punt es va uniformitzant.

En la unitat de rentatge de TVE-Escalé el flux de bany de rentatge a través del teixit pot ser regulat entre 100-2.000 l/min. Tota l'aigua utilitzada per al rentatge és reciclada. A mesura que el teixit surt del bany, passa a través d'una secció d'aire en esprai i de corròns de pressió que aconseguixen la hidroextracció. Un sistema de compensadors controla la tensió del teixit i la regularitat de l'alimentació al ram.

Un cop realitzat el rentatge i la termofixació, es pot procedir a la tintura i a l'acabat.

Àmbit d'aplicació

L'aplicació d'aquesta nova tecnologia requereix adquirir la unitat de rentatge que s'ha descrit, la qual pot adaptar-se just abans de la màquina ram en la qual s'efectuarà l'assecatge i la termofixació.

Beneficis de producció

La productivitat global del procés de rentatge i tintura de teixits de punt elàstics augmenta prop d'un 20%.

Beneficis ambientals

- Es redueix l'emissió de fums procedents dels olis de teixidura
- S'estalvia un 50% de l'aigua dels processos de rentatge
- Es millora l'ambient de les seccions de treball.

Paràmetres econòmics

Cal adquirir la màquina descrita.

Pel que fa als estalvis aconseguits, es tracta bàsicament de la disminució del consum d'aigua en els processos de rentatge.

Bibliografia

Información técnica de TVE-Escalé.

International Dyer. (Octubre 2000); p. 28.

6.1.2.8. Acabat de fàcil cura baix en formaldehid

Problemàtica tradicional

L'acabat de fàcil cura (*easy care*) en fibres cel·lulòsiques és un acabat resistent al rentatge que millora el confort i proporciona característiques de rentatge fàcil al teixit, fet que per al consum implica:

- Millor estabilitat dimensional
- Millor recuperació de l'arrugat
- Planxada fàcil.

Aquests efectes s'aconsegueixen aplicant resines que reaccionen amb la cadena cel·lulòsica de la fibra i amb elles mateixes en presència d'un catalitzador adequat, sota condicions pre-determinades de temperatura i temps de reacció. Amb determinats productes químics i determinats processos d'aprest, si el teixit en aprest ha de rentar-se industrialment i els productes químics haguessin generat formaldehid lliure, aquest producte podria aparèixer en les aigües residuals que van a la planta depuradora i que generen greus inconvenients. Segons el procés d'aprest, si l'última etapa és un pas per ram i s'hagués generat el formaldehid lliure, aquest podria aparèixer en l'aire de sortida del ram.

Tècnica alternativa

Atès que les peces de cotó i viscosa amb propietats de planxada fàcil, bona recuperació de l'arrugament i bona estabilitat de dimensió i de forma són cada vegada més desitjades pels consumidors, cal aconseguir aquestes propietats amb un baix contingut en formaldehid lliure en el teixit a fi de preservar la salut del consumidor i evitar al màxim les emissions a l'atmosfera d'aquest producte.

L'objectiu principal és aconseguir un contingut en formaldehid lliure menor a 75 ppm (d'acord amb la Llei 112 (Japó)).

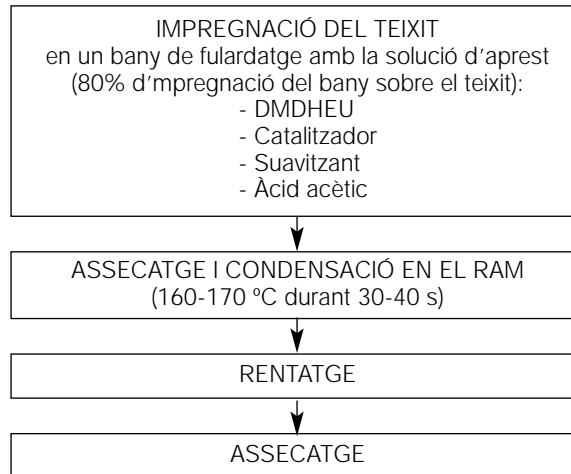
Un dels productes més utilitzats, en substitució del formaldehid, està basat en la dimetilol-dihidroxietilenurea químicament modificada (DMDHEU modificada).

Per portar a terme aquest procés, es poden utilitzar tres procediments diferents:

- Reticulació en sec
- Reticulació en humit
- Reticulació en mullat.

A causa de la seva complexitat, no s'utilitza el procediment 3. En la indústria europea, el procediment més utilitzat és l'1, la reticulació en sec, el qual requereix un fulard per impregnar les resines a l'ample del teixit, i un ram d'un nombre suficient de camps de temperatura, per poder efectuar el procés a una velocitat industrialment competitiva. La majoria d'empreses d'ennobliment tèxtil a l'Estat espanyol disposen d'aquests equipaments.

L'esquema de producció és el següent:



Ambit d'aplicació

- Teixits de calada, de cotó i viscosa
- Teixits de punt, de cotó i viscosa
- Empreses de tintura i/o aprests que, naturalment, disposin de la maquinària adequada.

Beneficis de producció

L'interès de la nova tècnica rau en el compliment d'una legislació mediambiental més exigent; per tant, la producció roman inalterada.

Beneficis ambientals

En reduir el nivell de formaldehid lliure, se'n redueix la presència tant en les aigües residuals com en les emissions a l'atmosfera.

Paràmetres econòmics

En el supòsit de no disposar de la maquinària per a la reticulació en sec, caldrà adquirir-la.

En la mesura que els consumidors apreïin les peces més respectuoses amb el medi ambient, el procés prendrà progressiva importància.

6.1.2.9. Procés de biodescruatge de teixits de cotó i les seves barreges en processos discontinus tipus *overflow*

Problemàtica tradicional

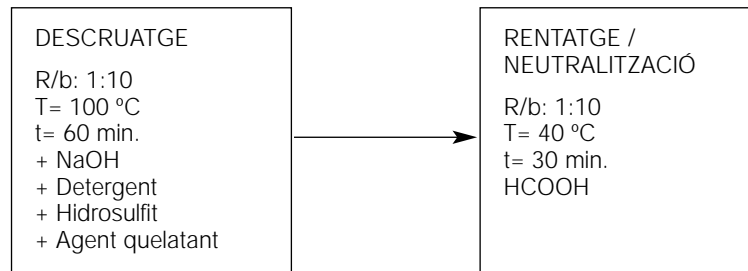
La matèria tèxtil de cotó, tant la floca com el fil i el teixit, que s'ha de blanquejar i/o tenyir, s'ha de sotmetre, prèviament, a un procés de descruatge que s'efectua amb hidròxid sòdic, detergents, segrestants i petites quantitats de productes reductors.

Amb això, i treballant a temperatures de 100 °C i a un temps d'1 h a 1,5 h, s'ataquen químicament les ceres, pectines i hemicel·luloses del cotó, que s'extreuen i passen al bany, de manera que es generen aigües residuals alcalines amb una càrrega orgànica important.

El procés de descruatge del cotó és essencial per garantir els processos posteriors de blanqueig, tintura, estampació i acabats.

Aquest procés no és ni selectiu ni específic, i condueix a una pèrdua de pes d'entre el 3 i el 6%, que correspon a les impureses que acompanyen la cel·lulosa de la fibra. El procés també ha d'eliminar les substàncies hidrofòbiques afegides, com olis de filatura i de teixidura en el cas de teixit de punt.

Cal rentar amb aigua el teixit obtingut i, segons les necessitats del procés següent, cal neutralitzar-lo, fet que implica un segon bany.

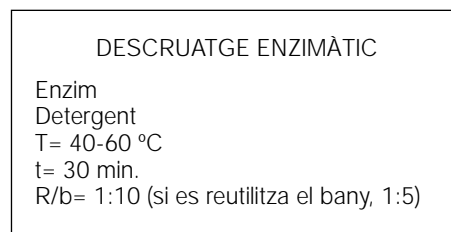


El conjunt de les dues etapes implica:

- Consum d'aigua: 20 l/kg de teixit
- t de procés = 90 min
- Característiques aigües residuals:
 - DBO - elevada
 - DQO - elevada
 - Sals solubles (conductivitat).

Tècnica alternativa

Es tracta de substituir el descruatge químic tradicional per un descruatge enzimàtic. És molt important portar a terme un estudi del tintatge en cada un d'aquests casos, ja que, segons el procés de descruatge, hi haurà una afinitat i un esgotament diferents dels colorants utilitzats en la tintura posterior del cotó.



El procés de biodescruatge amb enzims és específic i solament degrada la part d'impureses que cal eliminar. La pèrdua de pes del teixit és menor i la resta de degradació química de la cel·lulosa és pràcticament inexistent. Els nivells de DQO i DBO de les aigües residuals que es generen són molt inferiors pel fet que la quantitat d'impureses extretes i/o degradades és molt menor.

El bany de tractament pot ser reutilitzat sovint en un tractament posterior.

Si s'utilitza un detergent biodegradable, les aigües residuals poden ser reutilitzades per al rentatge dels teixits tenyits.

Àmbit d'aplicació

Aquest nou procés és aplicable a plantes noves i a les que ja portin a terme processos de descruatge.

Beneficis de producció

Els temps de procés són més breus. Les pèrdues de pes de la matèria descruada són menors i la qualitat general del teixit descruat és millor que en el descruatge tradicional.

Beneficis ambientals

En un cas particular, els beneficis mediambientals poden resumir-se en:

DQO del descruatge convencional amb NaOH: 3.690 mg/l

DQO del biodescruatge: 1.760 mg/l.

En el cas del biodescruatge i blanqueig de teixit de cotó, les dades del consum d'aigua i de productes químics i el nivell de contaminació de les aigües residuals, calculades sobre una producció de 1.000 t/any, es resumeixen en la taula següent:

Taula 48

Productes químics, aigua i càrrega contaminant d'aigües residuals	Procés alcalí	Procés de biodescruatge
NaOH	500 t	100 t
Àcids orgànics	500 t	75 t
Tensioactius	30 t	30 t
Agents de quelació	15 t	15 t
Estabilitzadors	30 t	15 t
H ₂ O ₂	250 t	200 t
Aigües d'esbandida	> 100 M m ³	< 40 M m ³
DBO	> 1.000 mg/l	< 350 mg/l
DQO	> 1.500 mg/l	< 500 mg/l
Total sòlids solubles	> 2.500 mg/l	< 1.000 mg/l

Per tant, el procés de descruatge enzimàtic permet un estalvi energètic, una disminució del consum de productes químics, un estalvi d'aigua considerable i una reducció molt important de la càrrega contaminant de les aigües residuals que es generen en el procés.

Paràmetres econòmics

Malgrat que els enzims són més cars que els productes convencionals de descruatge, l'interès econòmic d'aquesta nova tècnica depèn dels costos de depuració, de subministrament d'aigua i dels productes químics utilitzats en els processos industrials, que varien en el temps d'acord amb la legislació mediambiental cada vegada més estricta.

Bibliografia

LÓPEZ, JL – Novo Nordisk, *Biopreparación del algodón: un nuevo concepto enzimático*. Revista de Química Textil, núm. 145 (1999); p. 66-75.

6.1.2.10. Pretractament del cotó amb agents de cationització

Problemàtica tradicional

Com que actualment s'està utilitzant aquesta tècnica, no hi ha referents tradicionals.

Descripció de la tècnica

El pretractament de teixits de cotó amb agents de cationització produeix una fibra que pot ser tenyida amb colorants directes a pH = 7, en absència d'electròlit i amb un elevat esgotament del colorant sobre la fibra.

Els agents de cationització poden ser biopolímers com el quitosan o productes amb reactivitat amb la cel·lulosa com:

- Compostos quaternaris amònics epoxi
- Poliepiclorhidrina dimetilamina
- Agents haloheterocíclics mono i bireactius.

Àmbit d'aplicació

Teixits de cotó i barreges amb fibres químiques destinats a processos d'acabat envellit i determinats efectes de moda.

És de gran interès creixent en les empreses dedicades a la tintura de peces ja confeccionades. Segons les condicions finals del teixit a fabricar, es podrà portar a terme o no aquest pretractament.

Beneficis de producció

Es facilita considerablement el procés de tintura i acabat de peces confeccionades.

Beneficis ambientals

Amb aquest pretractament, s'aconsegueix un menor consum de productes químics, una menor conductivitat de les aigües residuals i una menor coloració d'aquestes.

Paràmetres econòmics

Aquest pretractament és més car que la manera usual de realitzar les tintures, però permet aconseguir nous efectes sobre el teixit tenyit.

Bibliografia

YOUSSEF, Y.A., *JSDC*, Vol 116, (Octubre 2000); p. 316-322.

6.1.2.11. Realització de mostres per estampació digital

Problemàtica tradicional

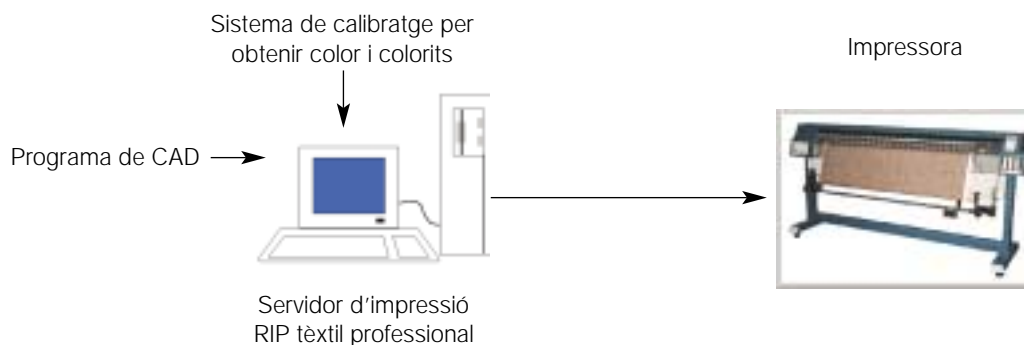
El procés des de la compra d'un disseny, generalment en suport paper, fins que arriben al mercat les peces estampades és extraordinàriament llarg i costós.

Habitualment, el fabricant de teixits estampats ha de proporcionar als seus clients mostres del teixit en les combinacions de color proposades i, en ocasions, fins i tot peces confeccionades. Això comporta un procés molt complex d'estampació de petits metratges, confecció peça a peça, etc. que ocasionen consums de recursos i generació d'efluents i residus superiors, proporcionalment, als que es generen en partides més grans. A més, s'ha de realitzar el gravat de cilindres que, en ocasions, només són utilitzats per preparar aquestes mostres, amb la consegüent despesa per a l'empresa.

Tècnica alternativa

Gràcies a la nova tècnica d'estampació digital, és possible confeccionar les mostres sobre el teixit dels dissenys creats per estampació sense passar pel procés d'enregistrament i creació de cilindres, ni pel procés físic de l'estampació, com després es faria a la fàbrica.

Connectant un o diversos sistemes de CAD (disseny assistit per ordinador) a una impressora digital sobre teixit, és possible realitzar les mostres amb diferents tipus de colorants: reactius, àcids, dispersos i pigments. Això permet obtenir després una reproductibilitat amb els resultats que s'obtindevin en la producció tradicional. La impressora digital està controlada per un servidor d'impressió (RIP) que permet emmagatzemar els treballs i optimitzar el seu funcionament.



Cada tipus de combinació de fibres en el teixit (de punt o de calada) requereix un procés de preparació del teixit diferent i un conjunt de tintes adequat amb afinitat al teixit.

En la majoria dels casos, el teixit que ha rebut les tintes ha d'assecar-se i, posteriorment, els colorants han de ser fixats sobre la fibra en una màquina adequada. Posteriorment, cal fer el rentatge i l'acabat del teixit.

Àmbit d'aplicació

Estampació de teixits (preparats per a estampació) de cotó, de polièster, de seda i de llana.

Possibilitat de crear combinacions exclusives en petits metratges.

Aquesta tècnica pot aplicar-se a petita o a gran escala, simplement incrementant el nombre d'impressores digitals. Segons el volum de mostres, caldrà més d'una unitat. L'espai necessari per a la instal·lació dependrà del nombre d'impressores (210 cm d'ample aprox.).

Cada vegada és major el nombre d'empreses que implanten aquesta tècnica en la producció de mostres. A Itàlia, hi ha ja diverses plantes en les quals es treballa amb diverses impressores en línia sobre seda per realitzar estampacions de gran resolució.

Beneficis de procés

Aquesta tècnica permet donar una resposta ràpida a les demandes del mercat, ja que permet visualitzar més ràpidament el disseny creat sobre diferents teixits. A més, possibilita dur a terme petites produccions sense passar per la producció tradicional. No obstant, les màquines d'estampació digital produeixen entre 100 i 200 m² per hora, producció significativament inferior a la que es pot obtenir pel sistema tradicional. Tanmateix, s'eviten determinades operacions respecte al procés d'estampació tradicional.

El manteniment dels injectors de tinta és encara un paràmetre crític.

Beneficis ambientals

Es redueix la generació de restes de pastes d'estampació, el consum d'aigua en operacions de neteja d'aquestes restes i la càrrega contaminant de les aigües residuals.

Paràmetres econòmics

Segons la impressora que s'ha d'instal·lar, el rang de preus de la inversió varia, i suposa una ràpida amortització per a l'usuari, ja que estalvia tota la despesa d'enregistrament de motlles i cilindres.

El cost de la maquinària pot ser compensat per l'augment de la disponibilitat per produir mostres.

Referències: Ferraz Pinto, SIVT, Zenith, STOF, Grupo Perrin.

6.1.2.12. Tecnologia d'estampació per transferència

Problemàtica tradicional

El polièster s'estampa tradicionalment amb colorants dispersos. El sistema convencional d'estampació suposa:

- Preparació de la pasta d'estampació
- Estampació sobre el teixit de polièster
- Assecatge
- Vaporatge
- Rentatge
- Acabat.

Tot aquest conjunt d'operacions requereix una maquinària específica i suposa un temps de producció important i una gran dificultat, en el cas que calgués fer sèries curtes en estampació. A més, cal netejar les restes de pastes dels equipaments d'estampació, fet que implica temps, consum d'aigua i energia, i generació d'aigües residuals. El rentatge del teixit estampat també suposa consums importants d'aigua i energia, i contribueix significativament a la càrrega contaminant de les aigües residuals.

Tècnica alternativa

La tecnologia d'estampació per transferència implica l'ús d'un paper estampat amb tintes especials de colorants dispersos que es posa en contacte amb el teixit de polièster o poliamida (de punt o de calada) durant 10-35 segons. A temperatures de 160-200 °C, el colorant dispers del paper se sublima, es condensa sobre el teixit i es difon cap a l'interior de la fibra.

El paper estampat s'adquireix en empreses especialitzades en la impressió de paper per a l'estampació per transferència.

Al final del procés, el teixit té el mateix disseny que el paper i ja està calandrat i a punt per ser confeccionat.

L'aplicació sobre el teixit del paper de transferència que conté el disseny pot realitzar-se en continu o en discontinu:

- En discontinu: es realitza en una planxa plana calenta
- En continu: el paper de transferència i el teixit són alimentats simultàniament en una calandra de termoestampació.

Una vegada estampat, el tacte original del teixit no es veu alterat. No hi ha residus per rentar i el producte és rentable i resistent a l'ús.

Àmbit d'aplicació

Teixits de punt i de calada de polièster, de poliamida i de fibres acríliques, cada matèria amb colorants seleccionats per a ella. També és aplicable a les peces confeccionades amb aquestes fibres químiques utilitzant les premses adequades.

Beneficis de producció

- No hi ha limitació quant al nombre de colors estampats
- Proporciona una resposta ràpida a les demandes canviants del mercat
- És adequada per estampar metratges tant curts com llargs.

Beneficis ambientals

Aquesta nova tecnologia proporciona diversos avantatges:

- No es consumeix aigua i, per tant, no es generen aigües residuals
- El paper utilitzat per a la transferència pot usar-se posteriorment per a embalatge.

Paràmetres econòmics

En el seu conjunt és una tècnica molt competitiva. Requereix disposar d'una calandra per termoestampació adequada als amples requerits.

Bibliografia

BARTON, J, *International Dyer*. vol 186, núm. 5; p. 15.

6.1.2.13. Sistemes d'aplicació mínima d'aprests

Problemàtica tradicional

L'aplicació d'aprests als teixits blanquejats, tenyits o estampats se sol efectuar pel sistema del bany ple, és a dir, que el teixit roman submergit durant cert temps en un bany que conté el producte d'aprest que es desitja aplicar.

Acabada l'aplicació, el teixit ha de sotmetre's a una hidroextracció i a un assecatge, la qual cosa implica generalment, a més de la generació d'aigües residuals i el consum d'energia per a l'assecatge, una baixa velocitat de producció.

Tècnica alternativa

Són diverses les possibles tècniques alternatives per aconseguir aplicar la quantitat necessària de producte d'aprest, però aplicant una mínima quantitat de bany sobre el teixit. Les principals són:

- Aplicar escumes inestables sobre el teixit: els productes d'aprest s'apliquen en una màquina escumadora que impulsa l'escuma sobre el teixit. Amb això, el teixit queda amb una impregnació inferior al 30% (sobre 100 g de teixit es distribueixen 30 g de la solució escumada d'aprest)
- Utilitzar un cilindre d'aplicació mínima de bany. Es tracta d'una màquina automàtica basada en un cilindre inductor que transporta el bany des d'una cubeta fins al teixit, mentre dos capçals determinen el pes per metre quadrat abans i després del procés d'impregnació. També s'aconsegueixen impregnacions al voltant del 30%.

Àmbit d'aplicació

Aquestes tecnologies poden aplicar-se a tot tipus de teixits disposats a l'ample. Generalment, després de l'aplicació, el teixit pot assecar-se en un ram.

Beneficis de producció

Ja que el teixit conté força menys aigua, pot assecat-se a una velocitat molt més elevada en el mateix ram de què ja disposa l'empresa. Això permet incrementar la velocitat de producció entre un 40 i un 60%.

Beneficis ambientals

Menor consum d'aigua en la preparació dels banys d'aprest i menor generació d'aigües residuals.

Estalvi d'energia en l'assecatge del teixit.

Paràmetres econòmics

Implantar la nova tecnologia requereix adquirir equipaments i invertir en formació del personal de l'empresa.

6.1.3. Bones pràctiques

6.1.3.1. Substitució de la parafina convencional per la parafina sintètica en la fórmula d'encolatge de fils d'ordit de cel·lulosa i les seves barreges amb fibres químiques

Problemàtica tradicional

Per a moltes companyies, fer un canvi en la formulació dels productes d'encolatge és un procés molt difícil. El rendiment de la instal·lació de teixidura depèn en gran mesura de l'encolatge dels fils d'ordit. L'encolatge ha d'eliminar-se en el procés de desencolatge, que és una de les primeres operacions del sector de l'ennobliment tèxtil i, sense cap dubte, és l'operació que més contribueix a contaminar les aigües residuals pel que fa a nivells de DQO i DBO.

Tècnica alternativa

Quan, tècnicament, no es considera encara possible substituir els denominats encolants semi-sintètics a força de fècules i midons químicament modificats (els quals estan, a més, barrejats amb altres 6 o 7 productes, entre els quals estan els agents lubricants com ara les parafines) pels nous encolants hidrosolubles, és molt recomanable substituir la parafina convencional per la nova parafina sintètica que, com que s'emulsiona fàcilment en aigua, quan està incorporada a una fórmula de desencolatge facilitarà globalment aquesta operació.

La parafina sintètica incorpora àcids grassos amb productes emulsionants a la formulació d'encolatge, fet que condueix a agents d'encolatge altament eficients en la producció de teixit amb un baix coeficient de fricció metall/fibra, al mateix temps que es facilita el posterior procés de desencolatge.

Àmbit d'aplicació

Aquests productes poden incorporar-se a moltes de les formulacions actuals d'encolatge. Diverses empreses espanyoles ja han portat a terme l'esmentada substitució, per raó de criteris de qualitat en la producció.

Beneficis de producció

Els beneficis de producció han de considerar-se globalment. Encara que l'eficiència de la teixidura no té per què quedar reduïda, on es poden obtenir beneficis significatius és en el posterior procés de desencolatge.

Beneficis ambientals

Els beneficis mediambientals d'aquesta tècnica s'obtenen per dues vies. D'una banda, s'aconsegueix disminuir la càrrega contaminant de les aigües residuals. D'altra banda, el factor principal és la millora de la qualitat del desencolatge, que reverteix en una major qualitat final del teixit, la qual cosa redueix així el nombre de reprocessaments i afegides en la tintura.

Paràmetres econòmics

La diferència de cost entre les parafines convencionals i les sintètiques no és significativa, i s'obtenen beneficis gràcies a la reducció del nombre de reoperacions i afegides per aconseguir la qualitat final desitjada.

6.1.3.2. Desmineralització i desencolatge de teixits de calada de cotó pel sistema *pad-batch*

Problemàtica tradicional

Els processos de preparació (desencolatge-descruatge) i blanqueig, atès que afecten gairebé la totalitat de la producció tèxtil, són objecte de contínues innovacions.

Tècnica alternativa

L'esquema tradicional per preparar i blanquejar teixits de calada de cotó pot ser innovat sobre la base d'extreure els cations de metalls di i trivalents continguts en la fibra de cotó utilitzant formulacions de productes fàcilment biodegradables, amb un elevat poder complexant dels cations di i trivalents i l'alt poder dispersant de les impureses.

Per a teixits de calada, el desencolatge enzimàtic pot ser utilitzat per dur a terme la desmineralització simultània, de manera que, després de l'esbandida, el teixit pot ser sotmès directament a un blanqueig amb peròxid que redueix el nombre d'etapes del procés de preparació i blanqueig.

Desencolatge enzimàtic *pad-batch*

Beixol T 2090: 5 ml/l (pH òptim per a l'enzim: 6-6,5)

Felosan Jet: 5 ml/l (detergent biodegradable)

Beixió NE: 1-5 ml/l

Impregnació, digestió durant 4 h a 70 °C i rentatge a 90 °C.

El procés permet preparar el cotó per a un blanqueig posterior amb peròxid d'hidrogen.

Blanqueig *pad-steam* (fulardatge-vaporatge)

Contavan GAL: 6 ml/l (estabilitzador de la descomposició del peròxid)

Felosan JET: 3 ml/l (detergent biodegradable)

NaOH 50%: 20 ml/l

H₂O₂ 50%: 30 ml/l

Amb una impregnació del 100% sobre el pes del teixit, vaporat a 102 °C durant 20 min.

Àmbit d'aplicació

Les empreses que poden adoptar el nou sistema són totes les que disposen d'instal·lacions *Pad-batch* (fulardatge i repòs en fred, enrotllament en grans plegadors).

Beneficis de producció

Pel que fa als beneficis per al teixit, amb aquest sistema s'obté una major resistència de la fibra en futurs tractaments i, generalment, el grau de blanc del cotó és millor que després d'un desencolatge tradicional amb NaOH.

Beneficis ambientals

S'aconsegueix reduir els nivells d'AOX i de DQO de les aigües residuals.

Paràmetres econòmics

Ateses les variacions entre els nous processos i els processos tradicionals, resulta molt difícil una comparança directa. L'anàlisi econòmica ha de tenir en compte la totalitat del procés de producció amb inclusió dels costos mediambientals.

Bibliografia

Información técnica de Cresa (CHT).

6.1.3.3. Rentatge i tintura de teixits de punt de polièster en un bany únic

Problemàtica tradicional

Tradicionalment, la tintura de teixits de polièster ha requerit una etapa de rentatge prèvia a la tintura, ja que, encara que es tracta d'una fibra essencialment de caràcter hidrofòbic, cal aconseguir una hidrofilitat i absorció uniforme de la totalitat del teixit a tenyir. En conseqüència, un procés de tintura de polièster requereix:

- Prefixació en ram (termofixació)
- Rentatge
- Tintura
- Rentatge reductor
- Esbandida.

Aquest gran nombre d'etapes implica un elevat consum d'aigua i d'energia, i que es generin aigües residuals de distintes característiques en cadascuna de les etapes.

Tècnica alternativa

Actualment, utilitzant tensioactius especials, és possible portar a terme el rentatge i la tintura simultàniament en un únic bany. Per tant, les etapes del procés quedarien d'aquesta manera:

- Prefixació en ram (termofixació)
- Rentatge-tintura
- Rentatge reductor
- Esbandida.

S'opera de la manera següent: cal afegir 3-5% de Dispergal PCS mentre s'omple la màquina en fred. Una vegada que el pH està ajustat entre 4,5 i 5,5, s'introdueixen els colorants dispersos seleccionats. En aquest punt, pot iniciar-se el procés de tintura.

Àmbit d'aplicació

Totes les fàbriques que realitzin la tintura de teixits de polièster poden aplicar aquesta tècnica.

Beneficis de producció

Naturalment, s'incrementa la productivitat de les instal·lacions de tintura, en agrupar una operació de rentatge amb una operació de tintura.

Beneficis ambientals

En reduir el nombre de banys, s'aconsegueix un estalvi d'aigua del 25%, i també un estalvi d'energia.

Paràmetres econòmics

Segons el tipus de maquinària emprada en la tintura, s'aconseguiran majors o menors estalvis de costos de procés.

6.1.3.4. Desencolatge, descruatge i blanqueig de teixits de cotó en una única etapa

Problemàtica tradicional

Per a teixits de calada de cotó i les seves barreges amb fibres sintètiques, una rutina de pretractament en tres etapes ha estat el procediment estàndard durant diversos anys i comprèn:

- Desencolatge
- Descruatge
- Blanqueig químic.

El fet de necessitar tres etapes implica un elevat consum d'aigua i d'energia i la generació d'aigües residuals de distintes característiques en cada una de les etapes.

Tècnica alternativa

Les noves formulacions d'auxiliars, combinats amb els sistemes dosificadors automàtics i vaporitzadors, permeten aquest nou procés.

El procediment *Flash Steam* unifica el desencolatge, el tractament alcalí (descruatge) i el blanqueig *pad-steam* (fulardatge-vaporatge) amb peròxid d'hidrogen en una única etapa, amb la qual cosa l'eficiència del procés augmenta.

Les dades operacionals d'aquest nou procés són les següents:

En un interval de 2 a 4 minuts, amb el teixit impregnat amb la fórmula adjunta, s'obté el grau de blanc adequat per a la tintura. Això suposa un gran avantatge, especialment per al processament de teixits que són propensos a formar arrugues.

Blanqueig amb peròxid *Flash Steam*

15-30 ml/kg *Ciba Tinoclarite FS**

30-50 g/kg NaOH 100%

45-90 ml/kg H₂O₂ 35%

Vaporatge durant 2-4 minuts (vapor saturat)

Rentatge en calent

Àmbit d'aplicació

Tots aquells teixits de cotó i cotó-polièster que tècnicament puguin, o així convingui, ser processats a l'ample i en continu.

Beneficis de producció

- Augmenta de manera important la velocitat de producció
- En tractar-se d'una fórmula de pocs components, podran utilitzar-se la majoria de les instal·lacions automàtiques de preparació de dissolucions.

Beneficis ambientals

Aquest procediment permet un estalvi d'aigua molt important i la utilització de menor quantitat de productes químics, fet que redueix la càrrega contaminant de les aigües residuals.

* *Ciba Tinoclarite FS* és una combinació lliure de fòsfor, amb un estabilitzador de blanqueig, un agent dispersant, un agent humectant i un detergent.

Paràmetres econòmics

Globalment són favorables al nou procés. Es redueix el nombre de productes en estoc a l'empresa amb totes les conseqüències que això comporta.

No obstant, és necessària la maquinària que permeti dosificar automàticament els productes, per la qual cosa, si no se'n disposa, s'haurà d'adquirir, amb el consegüent cost d'inversió.

Bibliografia

International Dyer. (Octubre 2000); p.10.

6.1.3.5. Estampació amb pigments

Problemàtica tradicional

L'estampació directa de teixits requereix, per a cada tipus de fibra, la utilització dels colorants adequats. Un procés convencional d'estampació directa suposa:

- Preparar la pasta d'estampació
- Estampar sobre el teixit
- Assecar
- Vaporar
- Rentar
- Fer l'acabat.

Tot aquest conjunt d'operacions requereix una maquinària específica i suposa un temps de producció, així com un consum d'aigua i d'energia significatius, a més de la generació d'aigües residuals en els processos humits i en les operacions de neteja d'equipaments.

D'altra banda, cada tipus de fibra requereix un colorant específic perquè es difongui i fixi sobre ella. Això complica les fórmules i els processos d'estampació en el cas tan freqüent de barreges de fibres.

Tècnica alternativa

L'estampació amb pigments és la tecnologia d'estampació més important del món. S'estima que més del 60% de tots els teixits estampats es fan mitjançant aquesta tècnica. Els colorants tradicionals i els sistemes tradicionals d'estampació amb colorants tradicionals poden ser substituïts per l'estampació amb pigments ja que, amb els mitjans químics adequats, els pigments poden fixar-se sobre tot tipus de fibres.

Els passos principals són:

- Estampació (en màquina plana, amb cilindre microperforat o de peça)
- Assecatge
- Polimerització (amb aire calent a 160 °C durant 4 min).

En molts casos, el teixit estampat és a punt ja per ser confeccionat.

Àmbit d'aplicació

La tècnica s'aplica a l'estampació de teixits de punt i de calada. És de creixent importància l'estampació de peces. Amb lligants especials, s'aconsegueix l'estampació sobre els teixits elàstics.

Beneficis de producció

Té l'avantatge de ser un procés adequat per a teixits de punt i de calada, i per a peces confeccionades amb qualsevol tipus de fibres i barreges de fibres, ja que els pigments quedaran retinuts pel lligant i el reticulant, independentment del tipus de fibra sobre el qual s'apliquin.

Els moderns espessidors d'estampació s'han desenvolupat en una base aquosa, amb la qual cosa s'ha reduït la utilització de dissolvents.

Beneficis ambientals

Aquest procés permet un considerable estalvi d'aigua i d'energia, ja que no es consumeix aigua en el rentatge del teixit estampat, ni energia en l'assecatge del teixit estampat-rentat.

Amb les noves gammes de productes, els estampats poden quedar exempts de formaldehid lliure (prop de 20 ppm sobre teixit), i amb emissions de compostos orgànics volàtils al voltant de 0,7 kg de COV per tona de pasta d'estampació. Els nous pigments contenen metalls pesants per sota dels límits requerits per les etiquetes ecològiques.

Paràmetres econòmics

Els majors costos de les pastes d'estampació amb pigments respecte a altres pastes es veuen compensats per l'estalvi que significa un menor consum d'aigua i energia, una menor generació d'aigües residuals i una menor emissió de compostos orgànics volàtils.

6.1.3.6. Altres Bones Pràctiques

A més de les Bones Pràctiques anteriors, estrictament relacionades amb els processos de fabricació de les empreses dels subsectors de tintura, acabats i estampació, n'hi ha d'altres, més genèriques, que també poden contribuir a millorar la gestió ambiental de l'empresa i, per tant, a prevenir la contaminació que aquesta genera. Algunes d'aquestes Bones Pràctiques són les següents:

Control del nombre de reoperacions i afegides

Disminuir el nombre de reoperacions i afegides, i, per tant, aconseguir un elevat grau de reproductibilitat en el procés de tintura té una gran incidència a l'hora de reduir el consum d'aigua i energia, els corrents residuals generats i els costos.

Es pot considerar que la mitjana de reoperacions del sector se situa entre un 6 i un 10%, mentre que la d'afegides se situa entre un 2 i un 4%. No obstant, tal com il·lustra algun dels casos pràctics que s'inclouen, hi ha marge per reduir-les.

Per aconseguir reduir l'índex de reoperacions i d'afegides, es pot:

- Identificar els possibles factors que influeixen en els índexs de reoperacions i d'afegides mitjançant l'anàlisi, al llarg d'un determinat període de temps, dels registres de paràmetres de procés que constin en parts de producció o altres tipus de registres de què l'empresa pugui disposar, i la seva comparació amb les dades d'evolució dels índexs de reoperacions i afegides
- Controlar els paràmetres que s'hagin identificat com a causes possibles. Alguns poden ser:
 - Qualitat de l'aigua de procés
 - Característiques del teixit a processar: capacitat per ser tenyit, pes, contingut en humitat
 - Errors de pesada de colorants i productes químics
 - Mètodes de dosificació de les tintures i dels productes químics
 - Contingut en humitat dels colorants
 - Relacions de bany
 - pH del bany de tintura
 - Perfils temps/temperatura en el procés de tintura.

En ocasions, les actuacions a realitzar passaran per sol·licitar a clients i proveïdors el màxim d'informació possible sobre les característiques de la matèria primera a processar, i també dels colorants, auxiliars i productes químics, per ajustar al màxim les receptes que cal utilitzar, tant al pes del teixit com a les seves característiques.

Preparació de pastes mare d'estampació

- Fer ús de recipients reutilitzables amb una relació d'àrea mullada mínima per preparar les pastes
- Pesar de manera exacta i precisa els productes necessaris per preparar la pasta
- Controlar les condicions ambientals de la zona d'emmagatzematge dels envasos oberts i de l'àrea de preparació de pastes, ja que els colorants són molt sensibles a la humitat i a la temperatura.

Reducció del nombre d'envasos i possibilitat de retornar-los

En les empreses dels subsectors estudiats, sol haver-hi una gran diversitat de colorants, productes químics i auxiliars, fet que obliga a adquirir-los en envasos relativament petits que, un cop buits, es transformen en residus que han de ser gestionats de la manera adequada.

No obstant, alguns dels productes que s'utilitzen es consumeixen en quantitats que permetrien adquirir-los en envasos majors (contenidors), retornables, o fins i tot a l'engròs, en camions cisterna.

En cada cas, serà convenient ajustar el volum dels envasos al nivell de consum de cada producte.

No obstant, cal tenir en compte que, en les plantes en què la disponibilitat d'espai és limitada, adquirir contenidors o instal·lar dipòsits per rebre productes en cisterna es veu, força-ment, molt limitada.

Reducció del consum d'aigua

- Comprovar que les aixetes, les claus de pas o d'altres dispositius reguladors del cabal d'aigua no estan avariats o oberts sense cap necessitat. Establir protocols de revisió periòdica
- Netejar els equipaments i els utensilis immediatament després del seu ús per evitar la formació de deposicions endurides que exigeixen un major consum d'aigua per netejar-los. Prevenció de fuites i abocaments accidentals
- Emmagatzemar els materials perillosos en les zones on la probabilitat de fuites sigui menor
- Emmagatzemar els envasos i els contenidors de manera que la possibilitat de trencament sigui mínima i es faciliti la detecció visual de fuites i abocaments accidentals
- Instal·lar cubetes de retenció per contenir possibles fuites d'envasos, contenidors o dipòsits
- Evitar, sempre que sigui possible, col·locar galledes plenes de productes químics, aprests, pastes d'estampació, etc. per terra i en llocs de pas, ja que és molt fàcil d'ensopegar-hi involuntàriament
- Establir procediments per prevenir i controlar els operaris i actuar en cas d'abocaments i fuites accidentals. Aquests procediments han d'incloure la preferència de recollir en sec el material abocat, sempre que sigui possible, abans de netejar amb aigua. Sempre que sigui possible, el producte recollit haurà de reutilitzar-se. En cas contrari, es gestionarà com un residu de la manera adequada
- Elaborar informes de totes les fuites i dels costos associats.

Reducció de les emissions a l'atmosfera

- Mantenir tapats o tancats els recipients, banys, envasos i equipaments que continguin substàncies amb compostos orgànics volàtils, sempre que no s'estiguin usant.

Emmagatzematge de productes

- Usar i disposar els envasos d'acord amb les recomanacions del proveïdor
- Utilitzar els envasos adequats per als productes que contenen: han de ser estables, fàcils de manipular, tancats, pot ser convenient que tinguin dispensador, etc.
- Separar del sòl tots els productes mitjançant prestatges o palets i etiquetar clarament i visible
- Inspeccionar visualment, de manera periòdica, l'estat físic dels prestatges, recipients, aixetes, conduccions de dosificació, claus de pas, etc.
- No emmagatzemar productes líquids sobre productes sòlids
- Separar productes alcalins de productes àcids
- Evitar el contacte entre productes oxidants i materials combustibles
- Mantenir els contenidors i els bidons hermèticament tancats per evitar abocaments accidentals i emissions a l'atmosfera
- Instal·lar indicadors de nivell en tancs d'emmagatzematge de líquids i comprovar el seu correcte funcionament de manera periòdica.

Control d'inventaris

- Utilitzar sistemes informàtics per al seguiment de les matèries primeres i productes acabats i realitzar un control periòdic d'estocs.
- Aplicar la filosofia FIFO (*first in first out*) en l'ús de colorants i auxiliars per reduir al mínim la generació de productes caducats que s'han de gestionar com a residus.

6.2. Possibilitats de reciclatge en origen

6.2.1. Reciclatge en origen

6.2.1.1. Substitució dels productes d'encolatge de tipus midó per encolants sintètics i hidrosolubles en l'encolatge d'ordits per a la fabricació de teixits de calada

Problemàtica tradicional

L'encolatge és una operació essencial per produir teixits de calada a elevada velocitat. Les fórmules tradicionals d'encolatge comporten la barreja d'un nombre elevat de components (en moltes ocasions, de tipus midó) que, una vegada aplicats sobre els fils d'ordit, no es dissolen en l'aigua de rentatge, fet pel qual han d'eliminar-se del teixit en un procés de desencolatge enzimàtic, llarg, costós i contaminant per a les aigües residuals.

Tècnica alternativa

Substituir productes d'encolatge tipus midó per productes d'encolatge sintètics i hidrosolubles, tipus etil-vinil-acetat o carboximetil-midó, cosa que permet substituir la biotecnologia enzimàtica per un simple rentatge a fi d'eliminar els productes d'encolatge. Així, s'aconsegueixen processos de desencolatge més ràpids i econòmics. Amb l'adequada formació del personal en el control de qualitat d'aquests nous productes d'encolatge, es pot portar a terme l'esmentada substitució, que permet:

- Reutilitzar els productes d'encolatge per extracció, filtració i concentració en el cas que l'empresa teixidora disposi de seccions d'encolatge i desencolatge
- Arribar directament al procés de descruatge/blanqueig en una única etapa
- Fer innecessari el procés enzimàtic de descruatge.

Àmbit d'aplicació

Les màquines encoladores convencionals són adequades per encolar amb els nous productes.

Beneficis de producció

Els majors beneficis s'obtenen sempre que sigui l'empresa mateixa la que aplica la cola i la que, posteriorment, realitzi el desencolatge i el processament del bany de desencolatge per concentrar i reutilitzar l'encolant.

Substituir un desencolatge enzimàtic per un simple rentatge permet reduir el consum de productes químics i el temps de procés.

Beneficis ambientals

Si es realitza el reciclatge en origen de l'encolant, els beneficis ambientals són obvis ja que es disminueix tant el cabal d'aigües residuals generat com la seva càrrega contaminant.

Quan el desencolatge es realitza en l'empresa d'ennobliment tèxtil i no en la teixidoria (d'altra banda, el més habitual), substituir un desencolatge enzimàtic per un simple rentatge permet reduir el consum de productes químics, eliminar l'ús d'enzims i, per tant, reduir la càrrega contaminant de les aigües residuals generades.

Paràmetres econòmics

Els nous productes tenen un cost més elevat que els tradicionals, però si es reutilitzen acaben sent més econòmics.

6.2.1.2. Tecnologia de membranes per al reciclatge de les aigües residuals

Problemàtica tradicional

Tradicionalment, les aigües residuals no solen reciclar-se, ni tan sols un cop depurades, i són abocades, ja sigui a la llera pública o al sistema de clavegueram.

Tècnica alternativa

El sistema de filtració per membranes permet reciclar les aigües residuals, és a dir, reutilitzar-les en, aproximadament, els mateixos processos en els quals s'havien utilitzat abans.

Les tecnologies de membranes usades són la microfiltració, la ultrafiltració i la nanofiltraió. Les membranes utilitzades són poroses i actuen com a filtres que seleccionen el diàmetre de les partícules, que poden ser transferides d'un costat a un altre de la membrana en aplicar una pressió.

A manera d'exemple, la bibliografia indica els percentatges de reducció de DQO i de color, segons el tipus de membrana utilitzat:

Tecnologia	Reducció del DQO (%)	Reducció de color (%)
Microfiltració	20	14
Ultrafiltració	85	90
Nanofiltraió	95	99

Qualsevol de les tres tecnologies obté una aigua filtrada que, si compleix els requisits de qualitat exigits, podrà ser reutilitzada, i un concentrat (aigua de rebuig de l'operació de filtració que conté el material que no ha pogut traspasar la membrana).

Exemple de dades operacionals:

- Cabal d'aigua residual: 20 m³/hora
- DQO mitjana de l'aigua residual: 2.200 mg/l
- DQO després del tractament biològic: 180 mg/l

- DQO després de la filtració amb membranes: 45 mg/l
- Contingut en tensioactius: 0,5-1%
- Color: < 50 unitats

L'aigua filtrada presenta unes característiques de càrrega contaminant i color que la fan apta per ser reutilitzada en tintura o en les operacions de rentatge posteriors a la tintura.

Ambit d'aplicació

Empreses del sector d'ennobliment tèxtil que disposen de tractaments primaris i secundaris per a les seves aigües residuals.

Beneficis de producció

No s'han descrit.

Beneficis ambientals

La reutilització de l'aigua filtrada permet reduir el consum d'aigua mitjançant el seu reciclatge. No obstant, cal gestionar adequadament el concentrat resultant de l'operació de filtració.

Paràmetres econòmics

Aquesta tecnologia requereix disposar d'instal·lacions i maquinària cares, però el cost més elevat de l'aigua reciclada pel que fa a l'aigua de xarxa es veu compensat per una reducció en el consum d'aigua.

En una empresa estudiada, amb dades corresponents a l'any 2001, es van obtenir els resultats següents:

- Cost mitjà de l'aigua entrant en la planta: 1,290 euro/m³
- Cost mitjà de la depuració de 330.000 m³/any: 1.328 euro/m³.

Malgrat que el preu de l'aigua reciclada és lleugerament més car que el de l'aigua entrant, els beneficis mediambientals que reporta el fet d'estalviar grans quantitats d'aigua i, per tant, reduir les emissions, és un motiu de pes per implantar aquesta tècnica.

Bibliografia

PORTA, J., *Membranas: proceso alternativo para reciclar agua residual*. Revista de Quimica Textil núm. 153, (2001); p. 30-46.

6.3. Possibilitats de valorització

Les indústries dels sectors de tintura, estampació i acabats generen restes tèxtils (teixits o borres) que, en alguns casos, poden ser aprofitats en altres sectors industrials.

Pel que fa a la valoració energètica, hi ha alguns residus, com els olis lubricants usats, els dissolvents usats o les pastes d'estampació, que posseeixen un elevat poder calorífic i podrien ser susceptibles de ser incinerats amb recuperació energètica. No obstant, es tracta de residus que poden ser regenerats i reciclats, ja sigui en la mateixa instal·lació generadora del residu o en instal·lacions especialitzades, i s'anomena reciclatge la gestió que es considera mediam- bialment més correcta i prioritària.

6.4. Quadre resum dels beneficis ambientals de les oportunitats de pre- venci6 de la contaminaci6

Tal com s'ha avançat en la introducci6, algunes de les oportunitats de les alternatives descrites per arribar a prevenir la contaminaci6 podrien classificar-se en diferents apartats i, alhora, po- drien repercutir positivament sobre m6s d'un vector ambiental. A continuaci6, es presenta una taula resum que pret6n aplegar aquestes sinergies:

Taula 49

	Reducci6 en origen			Reciclatge en origen
	Substituci6 de mat6ries primeres	Noves tecnologies	Bones pr6ctiques	
Disminuci6 del consum d'aigua	6.1.1.2 6.1.1.5 6.1.1.7	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.5 6.1.2.7 6.1.2.9 6.1.2.11 6.1.2.12 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.2.1.1 6.2.1.2 6.1.2.3
Disminuci6 del consum d'energia	6.1.1.1 6.1.1.2	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.5 6.1.2.6 6.1.2.8 6.1.2.9 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.1.2.3
Disminuci6 del consum de mat6ries primeres	6.1.1.1 6.1.1.5 6.2.1.1	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3	6.1.3.1 6.1.3.4	6.2.1.1 6.1.2.3

	Reducció en origen			Reciclatge en origen
	Substitució de matèries primeres	Noves tecnologies	Bones pràctiques	
		6.1.2.6 6.1.2.10		
Disminució de la càrrega contaminant de les aigües residuals	6.1.1.1 6.1.1.3 6.1.1.4 6.1.1.5 6.1.1.6 6.1.1.7 6.2.1.1	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.6 6.1.2.9 6.1.2.10 6.1.2.11 6.1.2.12 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.2.1.1 6.2.1.2 6.1.2.3
Disminució de les emissions a l'atmosfera	6.1.1.5	6.1.2.2 6.1.2.7 6.1.2.8	6.1.3.5 6.1.3.6	—
Disminució de la quantitat de residus generats	—	6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.11	6.1.3.6	6.1.2.3
Millores per al sistema de depuració	6.1.1.1 6.1.1.3	6.1.2.2 6.1.2.3	—	6.1.2.3
Augment de la productivitat	6.1.1.1 6.1.1.2 6.1.1.4	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.4 6.1.2.6 6.1.2.7 6.1.2.9	6.1.3.3	—
Altres beneficis	—	6.1.2.8	—	—

7

Casos pràctics

7.1. Cas pràctic 1

EMPRESA: Fibracolor, SA

Millora realitzada:

Sistema de tractament de les aigües residuals mitjançant la neutralització amb gasos dels generadors de vapor.

Descripció:

L'empresa es dedica a la tintura, l'acabat i l'estampació de peces tèxtils. La major part d'aigües residuals que es generen procedeixen del buidatge dels equipaments, després de les operacions de tintura i blanqueig. Aquestes aigües es caracteritzen per la seva elevada basicitat i han de ser sotmeses a un procés de neutralització abans de passar al tractament biològic del qual disposa l'empresa.

Abans d'implantar la millora aquí descrita, s'utilitzava àcid sulfúric al 96% per a la neutralització, fet que suposava un risc de sobreacidificació eventual i la presència de sulfats en les aigües residuals depurades.

El nou sistema d'acidificació implantat utilitza els gasos generats per les dues calderes de cogeneració, mitjançant les quals s'obté el vapor per al procés productiu. Els combustibles utilitzats són el fuel i el gas natural i, concretament, s'aprofita la naturalesa àcida dels dos gasos generats en la combustió normal d'aquests combustibles: el diòxid de carboni i el diòxid de sofre.

Com a conseqüència, al mateix temps que s'aconsegueix reduir les emissions del diòxid de sofre i diòxid de carboni procedents dels cremadors de les calderes, es disminueix el consum d'àcid sulfúric, s'evita el risc de sobreacidificació eventual i, per tant, es redueix el risc en l'operació de l'EDAR biològica. Es redueixen considerablement les concentracions de sulfats de les aigües residuals, fet que augmenta les possibilitats de la seva reutilització en el procés. A més, es redueixen els riscos de manipulació i transport associats al consum d'àcid sulfúric, així com possibles contaminacions accidentals.

Els avantatges econòmics també són considerables, ja que s'utilitza el diòxid de carboni a cost zero i es redueix el consum d'àcid sulfúric.

Inversió:
210.354 €

A continuació, es mostren els principals consums i costos per a la neutralització, abans i després de la implantació de la millora descrita:

	Situació abans d'implantar la millora	Situació després d'implantar la millora
Consum d'àcid sulfúric	2.100 t/any	1.040 t/any
Consum de diòxid de carboni aprofitat	0 t/any	476 t/any
Presència de sulfats en les aigües residuals	2.057 t/any	1.017 t/any
Consum d'energia	No significatiu	1.080 kWh/d
Cost energètic anual (0,051 €/kWh)		20.138 €/any
Estalvi en àcid sulfúric anual (0,062 €/kg)		68.515 €/any

	€/Any
Estalvi anual:	48.377

	Anys
Retorn estimat de la inversió:	4,4

7.2. Cas pràctic 2

EMPRESA: Herederos de Salvador Segura, SA

Millora realitzada:

Desenvolupament d'un procés de tintura de baixa repercussió mediambiental.

Descripció:

L'empresa es dedica a la tintura de materials tèxtils en general i, en particular, a l'ennobliment tèxtil (llana, polièster, visciosa, etc.). La tintura dels teixits es realitza en autoclaus. La dosificació de les primeres matèries es realitzava, abans d'implantar la millora que aquí es descriu, de manera manual, fet que conduïa a un consum excessiu de productes químics i d'aigua que, posteriorment, es transformaven en aigües residuals caracteritzades per una elevada concentració de DBO i sòlids en suspensió, color i temperatura.

L'empresa ha instal·lat un sistema informàtic integrat que controla totes les etapes del procés de tintura, compost per:

- Ordinador central i de procés per elaborar la formulació exacta i el programa d'activitats
- Microprocessadors que controlen l'obertura de vàlvules, la corba de temperatura i la durada del bany, quantitats d'aigua, colorants o d'altres productes
- Cabalímetre per introduir la quantitat exacta d'aigua
- Dosificadors per al pesatge i dosificació dels productes de tintura.

L'empresa ha aconseguit reduir la relació de bany utilitzada en la tintura de fil i pentinat d'1:20 a 1:6, fet que significa un estalvi d'aigua i matèries primeres significatiu. A més, s'ha aconseguit una reducció estimada d'un 30% de les emissions de monòxid i diòxid de carboni, òxids de nitrogen i diòxid de sofre com a conseqüència directa del menor consum de combustible en les calderes i en el motor de cogeneració.

Cal destacar, també, que la millora de la qualitat de l'aigua abocada ha permès revisar a la baixa els paràmetres inclosos en els impostos de sanejament, fet que ha contribuït a reduir el període de retorn de la inversió.

Inversió:

327.626 €

Situació abans d'implantar la millora	Quantitat	Unitats
Consum d'energia	1.893.375	TE/any
Consum d'aigua	36.000	m³/any
Consum de primeres matèries (colorants i additius químics)	245	t/any
DQO abocada (base 100)	100	
Matèria en suspensió (base 100)	100	
Cost del consum d'energia	25.035	€/any
Cost del consum d'aigua	23.800	€/any
Cost del consum de matèries primeres (colorants i additius químics)	57.237	€/any
Cost del tractament d'aigües residuals	7.465	€/any

Situació després d'implantar la millora	Quantitat	Unitats
Consum d'energia	538.312	TE/a
Consum d'aigua	10.800	m³/any
Consum de matèries primeres (colorants i additius químics)	198,17	t/any
DQO abocada (base 100)	20,5	
Matèria en suspensió (base 100)	18	
Cost del consum d'energia	8.666	€/any
Cost del consum d'aigua	7.140	€/any
Cost del consum de matèries primeres (colorants i additius químics)	46.144	€/any
Cost del tractament d'aigües residuals	2.239	€/any

	€/Any
Estalvi anual:	49.348

	Anys
Retorn estimat de la inversió:	6,6

7.3. Cas pràctic 3

EMPRESA: Acabats Barberá, SL

Millora realitzada:

Reciclatge en origen d'un bany de desencolatge amb enzims.

Descripció:

L'empresa pertany al sector de l'ennobliment de peces confeccionades per a tercers, concretament texans.

Qualsevol procés d'acabat en cotó requereix un desencolatge previ amb la finalitat que els processos als quals se sotmet la peça posteriorment tinguin efecte. Quan l'encolatge emprat és una fècula, com per exemple el midó, el procés de desencolatge més senzill i amb el que s'obtenen millors resultats és el que es realitza mitjançant enzims, concretament amilases i cel·lulases.

Els enzims són substàncies orgàniques cares, formades, bàsicament, per carboni, hidrogen i oxigen, que provoquen un augment dels nivells de DQO i DBO de les aigües residuals. Un procés que permeti reciclar-les en origen fa que disminueixin significativament el cost del procés i la càrrega contaminant de les aigües residuals i, en conseqüència, el cost del seu tractament.

L'empresa combinava l'efecte d'amilases i cel·lulases en l'etapa de desencolatge per millorar el resultat. Concretament, s'emprava un bany de 800 l d'aigua on s'afegien 800 ml d'amilases i 2 kg de cel·lulases. El cost del bany era elevat i la seva DQO, al final del procés de desencolatge, podia arribar als 9.000 mg O₂ / l.

L'empresa va construir un sistema per poder enviar el bany de desencolatge a un dipòsit d'emmagatzematge, un cop finalitzat el procés. En aquest dipòsit s'acumulen els banys de desencolatge procedents de les diferents màquines en funcionament. Automàticament, es dosifica el volum de bany necessari per a la màquina següent que entra en funcionament i s'envia. En arribar a la màquina, que inicia un nou procés de desencolatge, s'afegeix un 30% dels enzims que s'haguessin emprat si s'hagués preparat el bany de nou, i el 100% dels auxiliars. Aquest procés pot arribar a repetir-se fins a 20 vegades cada dia, cinc dies per setmana. Un cop per setmana es renoven tots els banys de desencolatge, que són abocats al sistema de depuració de l'empresa.

Inversió:

57.276 €

	Procés antic	Procés actual
Producció (kg de teixit/any)	736.000 kg/any	736.000 kg/any
Consum en el procés de desencolatge		
• Cel·lulases (kg)	10.284 kg/any	3.285 kg/any
• Amilases (l)	4.114 l/any	1.394 l/any
• Aigua	4.113.600 l/any	600.000 l/any
• Altres components del bany	5.142 l/any	5.142 l/any
DQO abocada	37.022 kg O ₂ /any	5.400 kg O ₂ /any
Cost del procés de desencolatge	124.436 €/any	42.443 €/any
• Enzims	116.365 €/any	37.596 €/any
• Aigua	3.807 €/any	555 €/any
• Altres components del bany	4.291 €/any	4.291 €/any
Cost depuració	3.708 €/any	541 €/any
Cost total	128.172 €/any	42.984 €/any
Estalvi	85.188 €/any	

	Mesos
Retorn estimat de la inversió:	8,4

7.4. Cas pràctic 4

EMPRESA: Fibracolor, S.A.

Millora realitzada:

Sistema de filtració i recuperació d'aigües procedents de l'estació depuradora d'aigües residuals, per a la seva reutilització en el procés industrial.

Descripció:

L'empresa pertany al sector dels acabats tèxtils. La seva activitat consisteix en la preparació i blanqueig dels teixits, per després tenyir-los, estampar-los i acabar-los. Una de les característiques fonamentals d'aquest tipus d'activitats és el seu consum d'aigua, entre 150 i 250 litres d'aigua per quilo de teixit acabat.

La millora implantada consisteix en un sistema automàtic de condicionament de l'aigua residual, posterior al tractament físico-químic i biològic, per tal de fer-la apta per a la seva reutilització en el procés productiu. Aquest sistema de condicionament consisteix en una primera etapa, en què es fa passar l'aigua a través d'un llit filtrant d'arena, amb el propòsit d'eliminar les substàncies en suspensió presents, i en una segona etapa en què l'aigua passa a través d'un llit de resines aniòniques dèbils.

El filtre està format per arenas i graves de quars, disposades en tres capes de granulometria diferent: la primera, entre 0,3 i 0,8 mm, la segona entre 3 i 5 mm, i l'última entre 5 i 8 mm. L'objectiu d'aquestes tres capes és trobar un equilibri entre una granulometria fina, que garanteixi una bona filtració, i una granulometria grossa, que permeti cicles de procés llarg, amb poques interrupcions per al rentat a contracorrent. El rentat del filtre es realitza mitjançant el pas d'aigua i aire a contracorrent. En aquesta part del procés s'aconsegueix disminuir la DQO fins a 50 mg/l i eliminar part del color.

Les resines de bescanvi iònic permeten aconseguir una aigua lliure de color i amb valors de DQO de fins a 18 mg/l, que és reutilitzada en les operacions d'esbandit dels teixits posteriors a les operacions de tintura. Quan la capacitat d'intercanvi d'aquestes resines se satura, es procedeix a la seva regeneració amb un rentat a contracorrent amb NaOH ó NaCl.

La millora implantada ha permès assolir percentatges de recuperació d'entre el 12% i el 14% de l'aigua total consumida, cosa que suposa la recuperació d'uns 1.250 m³ diaris.

Inversió:

544.000 €

Aquesta inversió correspon al primer dels quatre mòduls previstos de condicionament d'aigua i a la infraestructura i l'obra civil necessàries per a la instal·lació de la totalitat dels mòduls.

Situació abans d'implantar la millora	Quantitat	Unitats
Consum d'aigua de pou	2.892.014	m³/any
Cabal d'aigua abocat	2.613.428	m³/any
Cost del consum d'aigua de pou	64.954	€/any
Cost de l'aigua abocada (cànon de sanejament o gravamen específic del cànon de l'aigua)	201.903	€/any

Situació després d'implantar la millora	Quantitat	Unitats
Consum d'aigua de pou	2.542.014	m³/any
Consum d'energia en el condicionament de l'aigua per a la seva reutilització	87.510	KWh/any
Consum de productes químics en el condicionament de l'aigua per a la seva reutilització		
• Clorur sòdic (NaCl)	344.574	kg/any
• Sosa càustica (NaOH)	160.416	kg/any
• Àcid sulfúric (H ₂ SO ₄)	9.703	kg/any
Cabal d'aigua abocat	2.263.428	m³/any
Cabal d'aigua recuperada	350.000	m³/any
Cost del consum d'aigua de pou	57.093	€/any
Cost del consum d'energia en el condicionament de l'aigua per a la seva reutilització	4.365	€/any
Cost del consum de productes químics en el condicionament de l'aigua per a la seva reutilització	16.967	€/any
Cost de l'aigua abocada (cànon de sanejament o gravamen específic del cànon de l'aigua)	180.116	€/any

	€/Any
Estalvi anual:	8.316 <i>(Correspon a l'estalvi que permet la reutilització de l'aigua que es pot condicionar amb el mòdul actualment instal·lat)</i>

S'estima que, una vegada estiguin en funcionament els quatre mòduls previstos, la inversió total es recuperarà en 5 anys.

8

Propostes i conclusions finals

El sector tèxtil ha tingut sempre una gran importància en l'estructura econòmica de Catalunya. Va constituir la base del procés d'industrialització del país i, l'any 1955, aportava gairebé el 50% del Producte Industrial Brut (PIB). A mesura que altres sectors productius van anar desenvolupant-se, l'aportació al PIB del sector tèxtil (inclosa la confecció i el sector del cuir) va anar disminuint fins a arribar, l'any 1995, al 9,6%. El període 1992-1993 va ser de crisi profunda per al sector tèxtil a Catalunya. La recuperació es va iniciar l'any 1994 i va continuar durant els anys 1995 i 1996 i, molt especialment, durant el període 1997-1998, atesa la recuperació general de l'economia espanyola. A partir de l'any 2001, però, s'ha observat una certa desacceleració que també ha afectat el tèxtil català. Les previsions econòmiques per a l'any 2002, per tant, s'han hagut de revisar a la baixa.

D'acord amb l'Institut Català d'Estadística, l'any 2000, l'aportació global del sector tèxtil (inclosa la confecció i el sector del cuir) al PIB de Catalunya era d'un 7,5%, mentre que la del subsector de tintura, acabats i estampació se xifrava en un 0,7%. Aquest mateix any, el nombre d'establiments d'aquest subsector era de 649 (un 6,2% més que l'any 1999), el nombre de persones ocupades era d'11.000 (un 12,2% més que l'any 1999) i el volum de negoci era de 796,3 M€ (un 28,8% més que l'any 1999).

Pel que fa a la distribució geogràfica de l'ocupació del subsector de tintura, acabats i estampació, l'any 1997 era: 35% al Vallès Occidental, 22% al Maresme, 10% al Baix Llobregat, 9% al Vallès Oriental i 8% al Barcelonès.

Les petites i mitjanes empreses es poden considerar majoritàries atès que disposen de major flexibilitat. En els darrers anys, però, s'ha reduït el nombre d'empreses i ha disminuït la dimensió mitjana de les plantilles de les empreses que han sobreviscut.

Pel que fa a la gestió mediambiental de les empreses dels subsectors de tintura, acabats i estampació, val a dir que la pressió exercida des de la societat i des de l'Administració ha estat creixent durant els últims anys i això ha comportat la realització d'importantes inversions, ja sigui en sistemes per prevenir o per controlar la contaminació. Pel que fa als costos relacionats amb la gestió ambiental, i tret dels costos de tractament d'aigües residuals en origen, que poden variar de forma significativa segons el tipus de tractament, es pot considerar que els més importants són els corresponents a taxes sobre consum i abocament d'aigua (aproximadament

9,8 M€ l'any 2001, en concepte de cànon de l'aigua) i els corresponents a gestió de residus (aproximadament, 1,6 M€ l'any 2000).

Tal com s'ha descrit en capítols anteriors, però, els subsectors de tintura, acabats i estampació presenten una sèrie de característiques que determinen i condicionen la seva problemàtica ambiental. Aquestes característiques són:

- Matèria primera (fibres i teixits) procedent d'altres empreses, fins i tot d'altres països, i, amb freqüència, desconeixement dels productes químics que es poden haver utilitzat en fases anteriors de la seva manufactura i que poden afectar les fases posteriors del seu ennobliment
- Gran varietat de processos (un mateix establiment sol processar diversos tipus de fibres i teixits, amb uns mateixos equipaments o amb equipaments diferents, per obtenir gran varietat d'acabats i d'efectes finals)
- Processos ràpidament canviant en el temps (un mateix establiment sol variar el teixit o la fibra que utilitza com a matèria primera, així com els procediments d'ennobliment als quals els sotmet segons la demanda del mercat i els dictàmens de la moda, per la qual cosa aquests procediments poden ser significativament diferents de temporada en temporada. A més, les mides de les partides que cal processar també poden canviar d'una temporada a una altra)
- Els processos poden ser en continu, semicontinu o discontinu, però sempre requereixen diverses etapes
- En les operacions de blanqueig i de tintura, és possible reoperar o afegir una mateixa partida fins a obtenir la qualitat desitjada. No succeeix el mateix amb els processos d'estampació i en alguns d'aprest
- Gran part de les etapes són en humit i a temperatura elevada, la qual cosa implica consums importants d'aigua i energia
- Gran part de les etapes que utilitzen aigua en requereixen d'una determinada qualitat, per la qual cosa calen processos per condicionar l'aigua, com ara la descalcificació i/o l'osmosi inversa
- La gran varietat de processos existents en un mateix establiment obliga a manipular un elevat nombre de colorants, productes auxiliars i productes químics diferents.

Ateses aquestes característiques bàsiques, es generen les problemàtiques ambientals següents:

- Es consumeixen grans quantitats d'aigua i energia. Concretament a Catalunya, els subsectors en estudi van consumir, aproximadament, 25.475.768 m³ d'aigua (2001), 659.604 MW d'energia elèctrica (1998), 8.625.545.500 MJ d'energia tèrmica (1998), 5.117.046 m³ de gas natural (2000), 1.483 t de gasoil (2000) i 6.112 t de fueloil (2000)
- Es consumeixen força colorants, auxiliars i productes químics en funció de la tecnologia disponible. L'any 2000, els consums a Catalunya van ser: 6.394 t de colorants i pigments, 9.025 t de productes químics auxiliars, 14.996 t de sal, 18 t de dissolvents halogenats, 180 t de dissolvents no halogenats i 40.950 t d'altres productes químics, orgànics o inorgànics

- Es produeix un elevat cabal d'aigües residuals (19.711.723 m³ l'any 2000, que corresponen aproximadament al 90% del cabal consumit aquell mateix any) amb càrrega contaminant significativa. (Tot i que la càrrega contaminant de les aigües residuals generades depèn dels processos realitzats, els paràmetres que solen ser més significatius són la DQO, la conductivitat, l'AOX, la toxicitat i, en ocasions, el nitrogen)
- Es generen colorants (20,07 t de colorants i pigments líquids i 1,04 t de sòlids l'any 2000), auxiliars i productes químics caducats, atesa la gran varietat que un mateix establiment n'ha de manipular i els canvis en el seu nivell de consum d'una temporada a una altra
- Es generen gran quantitat d'envasos buits, corresponents a colorants, auxiliars i productes químics utilitzats durant el procés (402,08 t d'envasos buits i 61,74 t de material d'embalatge l'any 2000)
- S'emeten a l'atmosfera compostos orgànics volàtils, en cas que s'hagin utilitzat colorants i/o auxiliars que incorporen aquests compostos en la seva formulació.

Tanmateix, i tal com s'ha explicat al capítol 6 i s'ha il·lustrat en el capítol dedicat a casos pràctics, aquesta situació permet la implantació de gran nombre de millores per aconseguir prevenir la contaminació i l'estalvi de recursos naturals. A grans trets, tenint en compte la diversitat del sector i per poder mantenir la competitivitat de les empreses, la solució radica en la implantació, en cada cas particular, de la o les millores que es considerin més adequades d'entre totes les possibles. Una llista no exhaustiva d'aquestes millores és:

- Aïllar totes les conduccions i equipaments que treballen amb vapor o amb aigua calenta, per minimitzar les pèrdues d'energia
- Estudiar les possibilitats existents per recuperar calor, ja sigui a partir de gasos calents, vapor o aigua calenta
- Estudiar la possibilitat de reduir el nombre d'etapes que es realitzen en humit mitjançant la realització de dues o més etapes en un mateix bany. Així, se sol aconseguir, no només reduir el consum d'aigua i d'energia, sinó també d'auxiliars i de productes químics
- Optimitzar els processos i els equipaments per reduir les relacions de bany utilitzades i minimitzar, així, el consum d'aigua
- Implantar el control automatitzat de les variables crítiques de procés per minimitzar els índexs de reoperacions i afegiments, amb la qual cosa no només s'estalvia aigua, energia, colorants i productes químics, sinó que es pot augmentar la productivitat de l'establiment
- Automatitzar la preparació de banys de tintura, pastes d'estampació i aprests mitjançant les cuines de colors automàtiques i la dosificació d'auxiliars automàtica per minimitzar potencials errades que repercutirien en un major índex de reoperacions i afegiments
- Estudiar les possibilitats de reutilitzar les aigües residuals en determinats processos com, per exemple, algunes esbandides
- Estudiar les possibilitats de reciclar en origen alguns banys, alguns aprests i les restes de pastes d'estampació
- Optimitzar les operacions de neteja de màquines i estris

- Reduir, en la mesura que sigui possible, la varietat de colorants, auxiliars i productes químics que s'utilitzen; i emmagatzemar-ne i controlar-ne els estocs correctes per reduir la generació de productes caducats o en mal estat que han de ser gestionats com a residus
- Adequar el volum dels envasos en els quals s'adquireixen colorants, auxiliars i productes químics al nivell de consum de cada producte. En els casos en els quals el consum és elevat, interessa disposar d'instal·lacions per rebre el producte a granel, ja que així s'evitarà la generació d'envasos bruts.

No obstant, per portar a terme algunes d'aquestes opcions, caldrà substituir determinades matèries primeres, adquirir determinada instal·lació i/o implantar determinada nova tecnologia (tal com es detalla en el capítol 6) que, tot i que poden ser objectius interessants en si mateixos pels beneficis ambientals que comporten, també poden ser requisits per aconseguir objectius més globals.

Caldrà que l'anàlisi de la viabilitat econòmica de les diferents alternatives existents es faci per a cada cas particular, ja que les inversions que es requeriran dependran de la tecnologia preexistent en cada empresa.

En qualsevol cas, caldrà que la implantació de qualsevol de les opcions abans esmentades, especialment quan es tracta de substituir matèries primeres o modificar els processos, vagi acompanyada d'una tasca d'informació i formació dels empleats per la qual s'obtinguin i es mantinguin els beneficis ambientals desitjats sense que ni la qualitat del producte ni la productivitat de l'establiment se'n vegin afectades.

Bibliografía

Evolución del sector textil / confección en 2001. CENTRO DE INFORMACIÓN TEXTIL Y DE LA CONFECCIÓN (CITYC). 2002.

Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference document Best Available Techniques for the Textiles Industry. Draft February 2001.

La industria textil en el contexto económico. Subsectores, empresas, centros técnicos, asociaciones y entidades: presente y retos del futuro. REVISTA FOMENTO DEL TRABAJO Núm. 2094. 2001-2002.

Institut d'Estadística de Catalunya. 2000.

Dades del medi ambient a Catalunya. DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT. 2000.

El sector d'acabats tèxtils: alternatives i reducció dels corrents residuals. CIPN. 1999.

Estudio sobre vertidos industriales. FUNDACIÓN COTEC. 1999.

Estudio de valoración tecnológica del sector textil español. CENTRO DE INFORMACIÓN TEXTIL Y DE LA CONFECCIÓN (CITYC). 1999.

Sector textil. Epígrafe 6.2. FUNDACIÓN ENTORNO. Setembre, 1998.

NEMEROW, N. L. i DASGUPTA, A. *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos.* Ed. Díaz Santos, 1998.

Informe medioambiental de la industria del acabado textil. FUNDACIÓN ENTORNO. Junio, 1998.

Establishment of ecological criteria for textile products. DWI. 1997.

Profile of the textile industry. EPA. Setembre, 1997.

QUERALT, R i MARTÍNEZ, E. *Aguares residuales en la industria de tintes y acabados textiles.* Revista Tecnología del Agua. Desembre, 1997.

Estadística econòmica. Sectors industrials. Tèxtil, confecció i pell. CENTRO DE INFORMACIÓN TEXTIL Y DE LA CONFECCIÓN (CITYC) i DEPARTAMENT D'INDÚSTRIA, COMERÇ I TURISME. 1997.

Auditoria de la indústria d'ennobliment tèxtil. GFE. 1992.

SENEER, Prof. Dr. P. *La técnica de los procesos en el acabado textil.* 1977.

Informació d'interès

- Legislació:
http://www.gencat.net/mediamb/lleis/cllei_i.htm
- Ajuts:
<http://www.gencat.net/mediamb/oia/ajuts.htm>
- Cicle de l'aigua:
<http://www.gencat.net/aca/>
- Residus industrials:
<http://junres.gencat.net/>
- Emissions atmosfèriques:
http://www.gencat.net/mediamb/caire_i.htm
- Intervenció Integral de l'Administració Ambiental:
<http://www.gencat.net/mediamb/iaa/iaa.htm>
- Millors Tècniques Disponibles (MTD):
<http://www.gencat.net/mediamb/qamb/mtd.htm>
- Prevenió en Origen de la Contaminació:
<http://www.gencat.net/mediamb/cema/>



El sector de tintura, estampació i acabats tèxtils, conegut popularment com el *ram de l'aigua*, ha estat considerat tradicionalment un gran consumidor de recursos naturals i un generador d'emissions contaminants de difícil reducció.

L'estat actual del coneixement, no obstant, posa a l'abast d'aquestes indústries una significativa quantitat d'alternatives adreçades a la prevenció en origen de la contaminació, incorporades ja als processos de moltes empreses i associades, de forma general, a la millora en la qualitat dels productes finals. Un nou exemple que els camins de les millores ambientals i de la qualitat recorren plegats.

Aquest manual pretén donar a conèixer quines són aquestes alternatives, prioritzades amb criteris de reducció, bàsicament, i de reciclatge en origen dels corrents residuals generats a les operacions de tintura, estampació i acabat.

Els objectius d'aquest manual, doncs, se centren en actuacions que permeten disminuir el consum d'aigua i energia, optimitzar el consum de colorants, pigments i auxiliars, i reduir els corrents residuals generats al llarg del procés. Les alternatives presentades han estat contrastades amb exemples reals d'empreses del sector, que han resultat viables tècnicament i econòmicament.

La col·laboració del sector en l'elaboració del manual ha estat cabdal per poder presentar un manual validat i proper a la realitat tèxtil catalana que ofereixi informació útil per millorar la gestió empresarial, integrant el medi ambient com un factor més a l'hora d'aconseguir una empresa més competitiva i més ecoeficient.

