



Documento/Manual de Química

Dr. Dieter Sedlak (Dipl. Chemc.)
+49 (821) 56 97 96-10
d.sedlak@mts-germany.eu

Tabla de Contenidos

| Sección | PÁGINA # |
|--|-----------|
| 1. Introducción..... | 6 |
| 1.1 Antecedentes de la Industria Textil..... | 7 |
| 2. Industria Textil: Materia Prima..... | 12 |
| 2.1 <i>Materiales textiles básicos</i> | 13 |
| 2.2 <i>Fibras Naturales</i> | 14 |
| 2.2.1 Lana..... | 14 |
| 2.2.2 Algodón..... | 15 |
| 2.2.3 Seda | 17 |
| 2.2.4 Lino | 17 |
| 2.3 <i>Fibras sintéticas o artificiales</i> | 17 |
| 2.3.1 Poliéster (PET, tereftalato de polietileno) | 17 |
| 2.3.2 Poliamidas (PA) | 18 |
| 2.3.3 Poliacrilonitrilo (PAN) | 18 |
| 2.3.4 Polipropileno (PP)..... | 19 |
| 2.3.5 Poliuretano (PU)..... | 19 |
| 2.3.6 Elastina (EL)..... | 20 |
| 2.3.7 Viscosa (CV)..... | 20 |
| 2.3.8 Cupramonio (CU)..... | 20 |
| 2.3.9 Acetato (CA) | 20 |
| 2.4 <i>Sistemas o Auxiliares de la Preparación</i> | 20 |
| 2.4.1 Estiraje..... | 21 |

| | |
|-----------------------------------|--|
| AFIRM Documento/Manual de Química | |
| 2.4.2 | Termofijado..... 21 |
| 2.4.3 | Texturización.....22 |
| 2.4.4 | Auxiliares en la preparación.....22 |
| 2.5 | <i>Química de los Sistemas de Preparación</i> 23 |
| 2.5.1 | Lubricantes..... 24 |
| 2.5. | Aceites Minerales..... 26 |
| 2.5.3 | Emulsores..... 26 |
| 2.5.4 | Aditivos..... 26 |
| 2.6 | <i>Aceites</i> 26 |
| 2.7 | <i>Aceites de hilatura y aceites para enonado</i> 27 |
| 2.8 | <i>Preparación para el Proceso de Telas</i> 27 |
| 3. | Químicos Textiles y Auxiliares 27 |
| 3.1 | <i>Desaprestante o Desengomante o Desencolante</i> 28 |
| 3.2 | <i>Agentes para el proceso de Mercerización</i>29 |
| 3.3 | <i>Agentes abrasivos, Agentes de lavado</i> 30 |
| 3.3.1 | Información acerca de Alquilfenol Exilatos (APEOs)32 |
| 3.4 | <i>Químicos de Limpieza a Seco</i> 33 |
| 3.5 | <i>Agentes de Blanqueo</i> 34 |
| 3.5.1 | Agentes Inorgánicos de blanqueo34 |
| 3.6 | <i>Estabilizadores</i>35 |
| 3.7 | <i>Abrillantadores Ópticos</i> 36 |
| 3.8 | <i>Colorantes/Tintes</i> 36 |
| 3.8.1 | Clasificación de los Colorantes-- Descripción 33 |
| 3.8.2 | Colorantes Básicos o Tinturas Catiónicas..... 37 |
| 3.8.3 | Colorantes Ácidos o Aniónicos 37 |
| 3.8.4 | Colorantes sobre Mordiente..... 37 |
| 3.8.5 | Tintes de Metal Complejo..... 38 |
| 3.8.6 | Colorantes Directos 39 |
| 3.8.7 | Colorantes Tina..... 39 |
| 3.8.8 | Colorantes/Tintes a base de Sulfuro 39 |
| 3.8.9 | Colorantes/Tintes de Naftol..... 39 |
| 3.8.10 | Colorantes/Tintes reactivos 40 |
| 3.8.11 | Colorantes/Tintes de dispersión Tintes para disolver41 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.8.12 | Impacto ambiental de los Colorantees/Tintes..... | 42 |
| 3.9 | <i>Auxiliares de Tintura</i> | 44 |
| 3.10 | <i>Auxiliares de Estampado</i> | 46 |
| 3.10.1 | Estampado con Pigmentos..... | 46 |
| 3.10.2 | Procesos de Estampado sin pigmentación..... | 48 |
| 3.10.3 | Agentes de Recubrimiento..... | 49 |
| 3.10.4 | Biocidas. | 56 |
| 3.10.5 | Antiestáticos..... | 57 |
| 3.10.6 | Retardantes de llama..... | 58 |
| 3.10.7 | Agentes Hidrofóbicos/Oleofobicos..... | 61 |
| 3.10.8 | Agentes de Cuidado Fácil..... | 65 |
| 3.10.9 | Agentes antideslizantes..... | 66 |
| 3.10.10 | Suavizantes..... | 66 |
| 3.10.11 | Resumen..... | 67 |
| 4 | PROCESOS EN LA PRODUCCIÓN..... | 68 |
| 4.1 | <i>Producción del hilado</i> | 68 |
| 4.2 | <i>Hilado de Lana</i> | 68 |
| 4.2.1 | Estambre e Hiladura Semi-Estambre..... | 68 |
| 4.2.2 | Hilados de algodón..... | 70 |
| 4.2.3 | Hilados Continuos de Filamentos Sintéticos..... | 71 |
| 4.3 | <i>Producción de Telas</i> | 72 |
| 4.3.1 | Textiles Tejidos..... | 73 |
| 4.3.2 | Textiles de Punto..... | 74 |
| 4.3.3 | Textiles No Tejidos..... | 75 |
| 4.4 | <i>Procesos de Pre-Tratamiento</i> | 75 |
| 4.4.1 | Pre-tratamiento de Material Sintético..... | 77 |
| 4.4.2 | Pre-tratamiento de la Lana..... | 80 |
| 4.4.3 | Pre-tratamiento del Algodón y del Lino..... | 82 |
| 4.4.4 | Pre-tratamiento de la Seda..... | 89 |
| 4.4.5 | Blanqueado..... | 91 |
| 4.4.6 | Lavado de Telas..... | 95 |
| 4.4.7 | Limpieza a Seco..... | 96 |
| 4.5 | <i>Teñido</i> | 99 |
| 4.5.1 | Aplicación de la Tinturas..... | 101 |
| 4.5.2 | Teñido de Fibras Sueltas..... | 106 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.5.3 | Paquete de Teñido | 109 |
| 4.5.4 | Teñido en forma de Madeja | 111 |
| 4.5.5 | Teñido de Pieza | 112 |
| 4.6 | <i>Impresión</i> | 115 |
| 4.6.1 | Métodos del Uso de la Pasta o Goma..... | 115 |
| 4.6.2 | Tecnologías Impresas (o de impresión)..... | 117 |
| 4.6.3 | Aspectos ambientales de la Impresión..... | 117 |
| 4.7 | <i>Terminación o Acabado</i> | 122 |
| 4.7.1 | Tratamiento Químico..... | 123 |
| 4.8 | <i>Laminado/Recubrimiento</i> | 133 |
| 5 | Rol de los Pesticidas | 134 |
| 5.1 | <i>Producción de Algodón</i> | 134 |
| 5.2 | <i>Control de Insectos</i> | 134 |
| 5.3 | <i>Control de Nematodos (Lombrices)</i> | 135 |
| 5.4 | <i>Control de Enfermedades en Plantas</i> | 135 |
| 5.5 | <i>Control Hierbas (herbicida)</i> | 136 |
| 5.6 | <i>Químicos que Ayudan a la Cosecha del Algodón</i> | 136 |
| 5.6.1 | Defoliantes | 136 |
| 5.6.2 | Reguladores del Crecimiento Vegetal o de la Planta | 136 |
| 5.7 | <i>Consumo de Pesticidas</i> | 136 |
| 5.8 | <i>Agentes de Conservación durante la Transportación</i> | 137 |
| 5.9 | <i>Contaminantes Residuales en el Algodón Crudo</i> | 137 |
| 5.9.1 | Investigaciones de Bremer Baumwollbörse (Bremmer-Bolsa Bursátil de Valores)..... | 137 |
| 5.9.2 | Conclusiones y Datos Adicionales Relacionados con los Residuos del Algodón en Crudo..... | 139 |
| 5.10 | <i>Biocidas en Agentes de Apresto</i> | 139 |
| 5.11 | <i>Biocidas en Otros Auxiliares Textiles</i> | 140 |
| 5.12 | <i>Conclusión</i> | 140 |
| 6 | Cuero Natural | 140 |
| 6.1 | <i>Materia Prima</i> | 140 |
| 6.2 | <i>Tenería (Proceso de la planta de tratamiento Base)/ Curtiduría</i> | 141 |
| 6.2.1 | Uso de Cal..... | 141 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 6.2.2 | Descarnadura..... | 141 |
| 6.2.3 | Separar/Ablandar el Cuero..... | 141 |
| 6.2.4 | Curtidumbre..... | 141 |
| 6.2.5 | Auxiliares de Curtido..... | 143 |
| 6.2.6 | Cortado/Extracción de Agua..... | 143 |
| 6.2.7 | Clasificación de Teñidos..... | 143 |
| 6.2.8 | Afeitado | 143 |
| 6.2.9 | Re-teñiminetos..... | 143 |
| 6.3 | <i>Secado</i> | 144 |
| 6.3.1 | Acabado/Terminado..... | 144 |
| 6.3.2 | Secado al vacío..... | 145 |
| 6.3.3 | Secado en el Tendedero..... | 145 |
| 6.3.4 | Humectación/Humidificación..... | 145 |
| 6.4 | <i>Pre-Acabado</i> | 145 |
| 6.4.1 | Demarcación de Cuero | 145 |
| 6.4.2 | Planchado | 145 |
| 6.4.3 | Secado..... | 145 |
| 6.4.4 | Podar/Recortar..... | 146 |
| 6.5 | <i>Acabado</i> | 146 |
| 6.5.1 | Semejanzas entre el acabado de textiles y del cuero..... | 146 |
| 6.5.2 | Químicos para el Acabado..... | 146 |
| 6.5.3 | Técnicas de Acabado..... | 147 |
| 7 | Cuero Artificial | 148 |
| 7.1 | <i>Materias Primas</i> | 148 |
| 7. | <i>Fabricación de la resina del Poliuretano</i> | 148 |
| 7.3 | <i>Procesamiento del Material Sintético</i> | 149 |
| 7.4 | <i>Tratamiento de Bronceado en equipo de Rotación</i> | 149 |
| 8 | Adhesivos/Pegamentos | 150 |
| 9 | Índice | 152 |

1 Introducción

A efectos de cumplir con las regulaciones gubernamentales y los requerimientos de todas las marcas de las empresas textiles, los proveedores de productos de cuero y textiles deberían ser capaces de identificar el potencial impacto negativo que el proceso químico pudiera tener en el medio ambiente, en la salud los trabajadores y en la salud del consumidor. Resulta una tarea difícil y confusa cuantificar estos impactos – especialmente para los proveedores que se ocupan del “acabado” de los productos textiles y del cuero, quienes podrían no recibir una completa información de los químicos por parte de sus proveedores.

Este documento/manual intenta proveer a los lectores una perspectiva y antecedentes acerca de los tipos de químicos utilizados en la fabricación de bienes textiles y de cuero, de modo que los proveedores - quienes se ocupan del acabado de estos productos - cuenten con la información necesaria para calcular los probables impactos de los mismos en el medio ambiente, la salud en el lugar de trabajo y la salud de los consumidores.

Como Usar Este Documento

Este documento está dividido en las siguientes secciones:

- 1: Introducción
- 2: Materia Prima Textil (materiales en crudo)
- 3: Auxiliares y Químicos en la Industria Textil
- 4: Procesos de Producción
- 5: Función que desempeñan los Pesticidas
- 6: Acabado del Cuero Natural
- 7: Fabricación y Acabado del Cuero Sintético
- 8: Adhesivos

Después de leer la introducción y los antecedentes condensados en esta sección, los lectores querrán ir directamente a la sección que les concierne. Por ejemplo, el acabado de los bienes de cuero natural están contenidos en la Sección 6 y tal vez en la Sección 8, mientras que el acabado de los textiles pueden encontrarse de la Sección 2 a la 5 y en la Sección 8. En cada sección, se describe la tecnología (técnicas), los tipos de químicos usados, y el porqué y el cómo se usan de la manera descripta. También, se provee información acerca de los impactos que cada proceso podría tener en el medio ambiente (uso de la energía, y las emisiones del aire y del agua), la salud en el lugar de trabajo y todo lo concerniente a la seguridad y el potencial de residuos en la etapa final de los productos al consumidor.

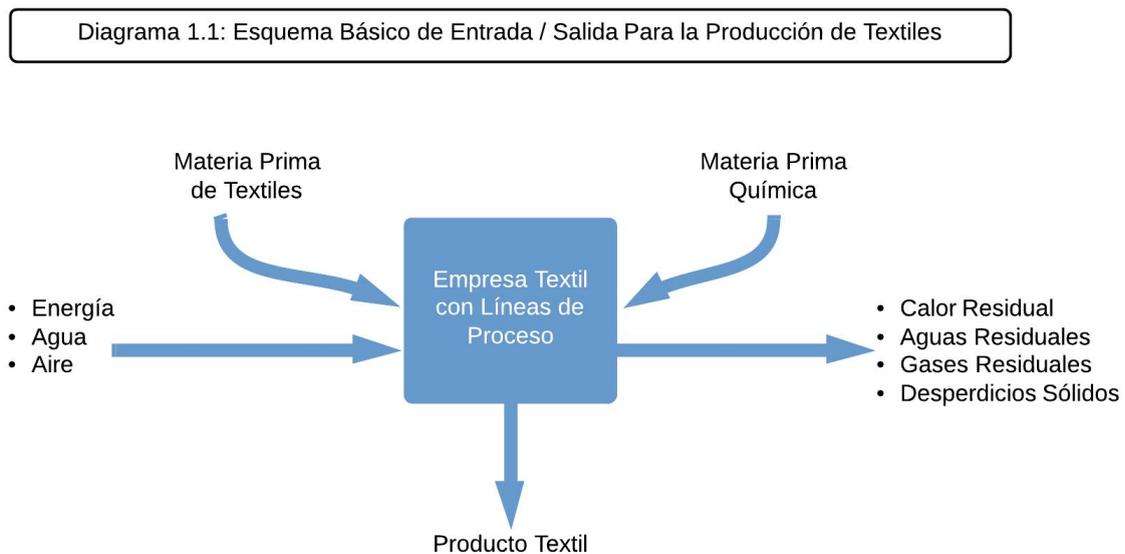
El documento/manual será actualizado periódicamente. La información acerca de los efectos toxicológicos y ecológicos derivados de los químicos usados en los productos textiles y del cuero, están constantemente en desarrollo, y quienes se ocupan de su regulación, agregan químicos para los sistemas de clasificación tales como la REACH o, GHS. En tanto la información puede aparecer incompleta en ciertas secciones, será actualizada en las próximas revisiones.

A través de todo el documento se enfatizan en **ROJO** aquellas sustancias químicas que podrían jugar un papel importante con respecto a las emisiones del medio ambiente, la salud del trabajador y del consumidor. **Si estas sustancias son utilizadas o, generadas en un proceso, urgimos a los productores que tengan como referencia el material denominado ‘Safety Data Sheet’ que contiene propiedades consideradas peligrosas y medidas apropiadas de control.**

1.1 Antecedentes en la Industria Textil

Cuando tratamos de evaluar el impacto del acabado del producto en términos del medio ambiente, la salud del trabajador y la seguridad del producto de consumo, es fácil sentirse abrumado por el gran número de materias primas textiles y sustancias químicas combinadas en cientos y aún miles de procesamientos. En la Figura 1.1, se puede observar dos propiedades – materia prima textil (la cual puede ser natural o artificial) y materia prima química – que están combinadas usando energía (humana, eléctrica), agua y aire para realizar un nuevo producto, es decir, el producto textil deseado. Esta combinación también da lugar a algunos desperdicios - en la forma de calor, y emisiones de aire y gas, de agua y sólidos inutilizables o basura – que cambian o se cargan.

Diagrama 1.1: Insumos Básicos/Esquema de Producciones para Textiles



Los impactos asociados con la **materia prima textil** son el resultado del proceso que tuvo lugar para hacerlo útil al momento del acabado – la limpieza, los giros, el teñido, etc., que se produjo *antes* de que la materia prima llegara al momento del acabado. Estos aspectos están descritos en la Sección 2.

Esta **materia prima química** también tiene impactos que son el resultado de la propiedad de la química en sí mismo o bien, por los subproductos e impurezas formadas durante la producción.

Estos impactos ecológicos, toxicológicos o, cargas son liberados durante el acabado textil pero en su mayoría son creados por los proveedores de la materia prima. Más o menos, una pequeña porción de toda la entrada química queda en el producto final del textil o, en el intermedio ya sea intencionalmente (color, efecto) o, de manera no-intencional (impurezas, subproductos o, reacción de los productos debido al proceso).

Reducción de Impactos. Los impactos asociados con las materias primas textiles y químicas pueden reducirse de varias maneras:

- El surtidor o proveedor de materia prima puede sustituir y minimizar el uso de ciertas sustancias
- El procesador textil puede optimizarse con tecnologías (técnicas) en el proceso
- El procesador textil puede usar tecnologías (técnicas) para capturar o procesar descargas nocivas

Estudio de Caso de la Industria Textil de Austria. En orden de entender las principales fuentes de las descargas de textil y proveer la magnitud de los impactos y las mejores oportunidades de reducir estos impactos, nos centraremos en una encuesta realizada acerca de la industria textil en Austria en 1997. En el Diagrama 1.2 se describe la cadena de producción textil en Austria. (total consumo de la fibra: 95.000 toneladas métricas por año)

(61% de fibras artificiales, 27% de algodón, 5% de lana; y un total de tejidos de punto de 79.000 toneladas métricas por año). En el Diagrama 1.3 se observa el esquema del monto total de las materias primas químicas usadas por

año (de la manera que se comercia), las sustancias orgánicas separadas de las inorgánicas. Esto se traduce en unas 28.000 toneladas métricas al año. El Diagrama 1.4 representa el total de las emisiones de agua y aire en Austria, basado en las sustancias puras orgánicas e inorgánicas, las cuales alcanzan a 16.000 toneladas métricas al año.

Diagrama 1.2: Cadena de Producción Textil (Austria)

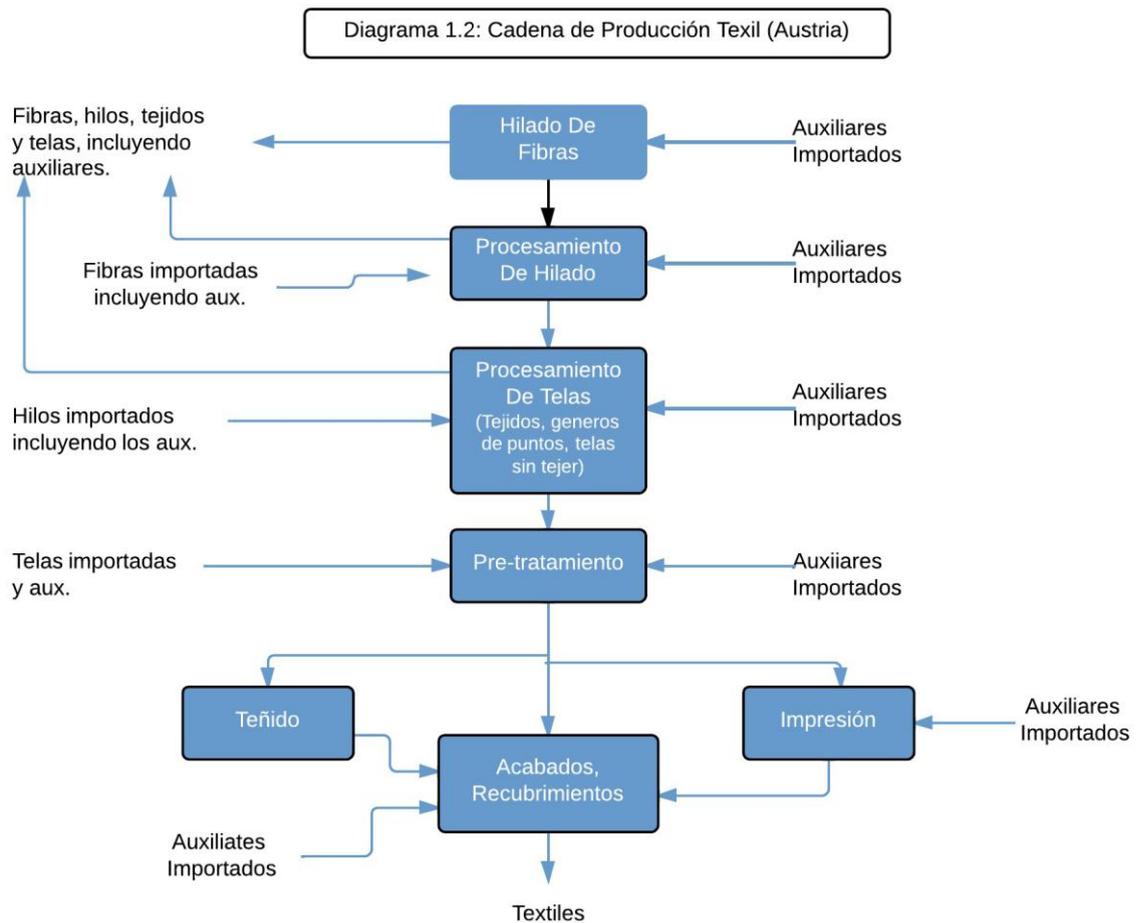


Diagrama 1.3: Esquema Básico de los Insumos en el Acabado de la Industria Textil (Austria)
Total de Insumos: 28.000 toneladas anuales (orgánicas e inorgánicas)

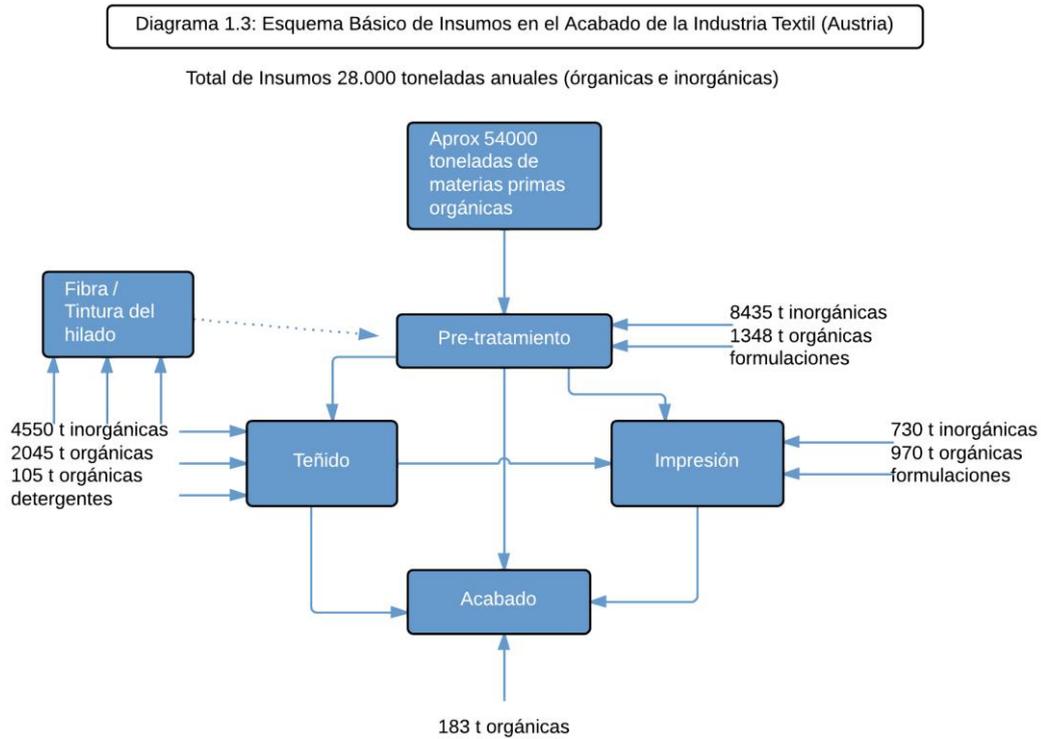
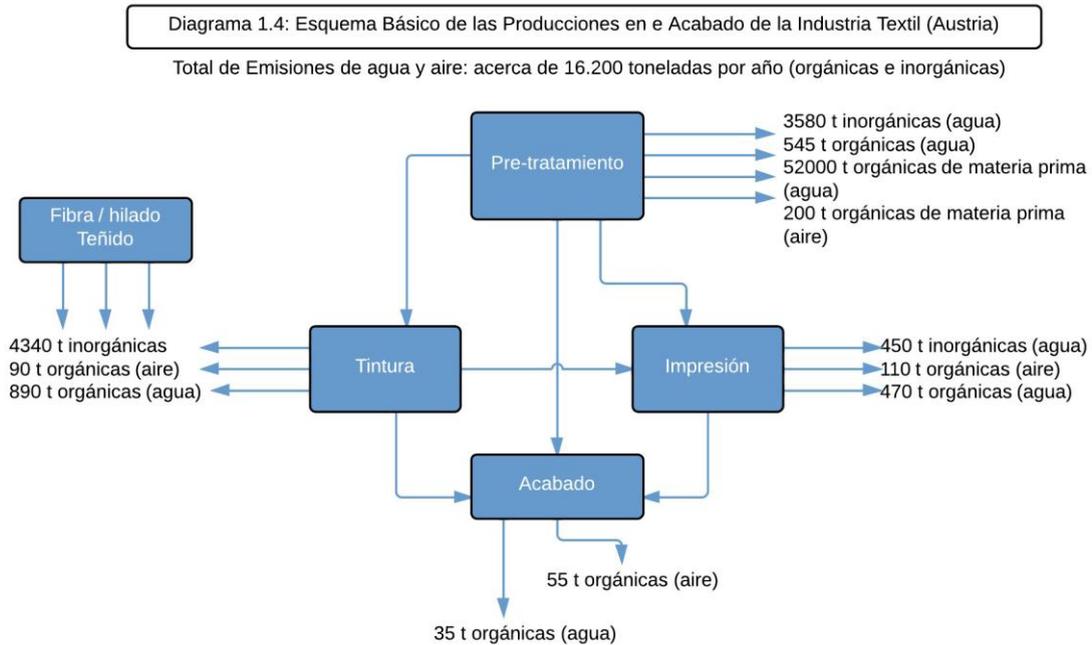


Diagrama 1.4: Esquema Básico de las Producciones en el Acabado de la Industria Textil (Austria)



Total de Emisiones de agua y aire: acerca de 16.200 toneladas por año (orgánicas e inorgánicas)

Los lanzamientos ambientales asociados a los principales pasos en la fabricación del producto textil que figuran en el Diagrama 1.4 están resumidos en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1: Lanzamientos ambientales de la Industria Textil de Austria, 1997

| Tabla 1.1: Emisiones Ambientales de la Industria Textil de Austria de 1997 | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Pre-tratamiento | ~ 10,000 toneladas métricas / año | (predominantemente orgánicas) |
| Tintura | ~ 5,500 toneladas métricas / año | (predominantemente inorgánicas) |
| Impresión | ~ 1,000 toneladas métricas / año | (mitad orgánica / mitad inorgánica) |
| Acabado | ~ 100 toneladas métricas / año | (orgánicas) |

Este estudio es el resultado de las siguientes investigaciones, las cuales son útiles como información/antecedente destinado a los productores y a quienes están en la cadena final textil en el mundo:

- La cantidad de inorgánicos (mayormente sales) emitidas es igual a la cantidad de orgánicos – ambos cerca de unas 8000 toneladas métricas anuales, por un total de aproximadamente 16.0000 toneladas métricas anuales.
- **Más del 90% del insumo orgánico en el proceso del acabado permanece en el textil. Más del 90% del insumo orgánico en el pre-tratamiento y el teñido es liberado al medio ambiente.**
- 10%-20% de toda la materia prima química orgánica usada deviene en un 80% - 90% del total del monto usado.
- Cerca del 90% de la materia prima orgánica es eliminada dentro del agua descartable. El resto es eliminada al aire y a los desperdicios sólidos.
- Sólo el 10% de los auxiliares textiles orgánicos (el agua como principal componente) usados son liberados al medio ambiente.

Los principales materiales de insumos en la industria textil europea en los años 90' están detallados en la Tabla 1.2.

Cabe destacar que los miles de químicos especiales con propiedades potenciales toxicológicas y ecotoxicológicas son en materia de seguridad - los que más preocupan desde a los consumidores aunque representan la cantidad más pequeña de insumos en la industria.

Tabla 1.2: Principales Insumos Químicos de la Industria Textil en Europa, 90'

| Tabla 1.2 : Entradas Principales de Químicos Para la Industria Textil en Europa, 1900s | |
|---|-----------------------------------|
| Sustancias | Entradas [toneladas / año] |
| Sales | 200 – 250,000 |
| Fibras Naturales de Subproductos | 50 – 100,000 |
| Tallas (almidón / derivados predominantemente, menos poliacrilatos y alcohol polivinílico) | 80 – 100,000 |
| Preparación de aceites (principalmente aceites minerales, menos aceites de ésteres) | 25 - 30,000 |
| Surfactantes (agentes dispersantes, emulsionantes, detergentes) (amplia variedad) | 20 - 25,000 |
| Ácidos Carbónicos (principalmente ácido acético) | 15 - 20,000 |
| Espesantes (derivados de almidón) | 10 - 15,000 |
| Urea | 5 – 10,000 |
| Otros Agentes | < 5,000 |

| | |
|---|-------------------|
| Solventes | ? |
| Miles de sustancias especiales con potencial eco/toxicológicas | < 5,000 |

La Industria textil europea está basada en cerca de 15,000 - aproximadamente – complejas fórmulas químicas. El lector notará que los teñidos no aparecen en absoluto en la Tabla 1.2. A pesar de que es muy impresionante en color y la cantidad de objetos teñidos, en relación con otras sustancias, no es significante (< 1 % del total de los insumos en toneladas métricas por año). Aquí se observa que se descuida o no se le presta atención. Sin embargo, el teñido aparece en la etapa final de los productos textiles y pretende ser un tema de seguridad potencial para el consumidor.

Sin lugar a dudas, el productor es el encargado de liberar la mayor cantidad de materia prima textil al medio ambiente. No es fácil de influir al productor. La materia prima textil no está de manera frecuente bajo una selección de control del acabado textil porque a su diferencia, está controlado por el productor de la tela (e. g. tejido). La situación es mucho más fácil con la materia prima química la cual quien se ocupa del acabado tiene todo el control. Mientras que, los impactos ambientales asociados con los materiales del acabado textil se pueden obtener de numerosas y diferentes fuentes, en este documento, se describirán las diferentes materias primas con relación a:

- modos de producción
- composición química
- propiedades básicas ecológicas y toxicológicas
- impacto en el lugar de trabajo, el agua, el aire, los desperdicios, y
- los subproductos e impurezas.

Esta información es necesaria para evaluar los procesos individuales en términos de emisiones de aire y agua, la atmósfera en el ámbito de trabajo, el desperdicio de líquido y sólido y aún los residuales en el acabado del producto textil. Para algunas compañías textiles, sin embargo, es imperioso recibir por parte de los productores una “completa” información de la materia prima textil y química.

Ejemplo de “Completa” Información en el Proceso Individual - Resistente al Fuego para el Algodón. A modo de ejemplo, en la Tabla 1.3, se incluye la típica información provista para quien se ocupa del acabado en relación a la resistencia al fuego para el algodón. Para evaluar los verdaderos impactos, sin embargo, deberían estar disponibles algunos conceptos básicos acerca de la “real” composición de la sustancia que es resistente al fuego. Esto se describe en la columna final de la Tabla 1.3. (Basado en el análisis real, la exacta fórmula contiene 500 sustancias químicas separadas). Adicionalmente, quien utiliza la sustancia resistente al fuego debería tener alguna información con respecto a cómo el sistema actúa o se comporta dependiendo de parámetros diferentes en el proceso – en este caso:

- Reactividad de resina melamina con **fosfato**
- Reactividad de este compuesto con algodón
- Liberación de todas las reacciones por productos e impurezas originales y de subproductos de los componentes al medio ambiente y al consumidor.

Con toda esta *completa* información, quien tiene la responsabilidad del acabado textil estará razonablemente capacitado para sustituir materiales, minimizar impactos, y limpiar o remediar los impactos ambientales.

Tabla 1.3: Composición de Retardantes de Llama

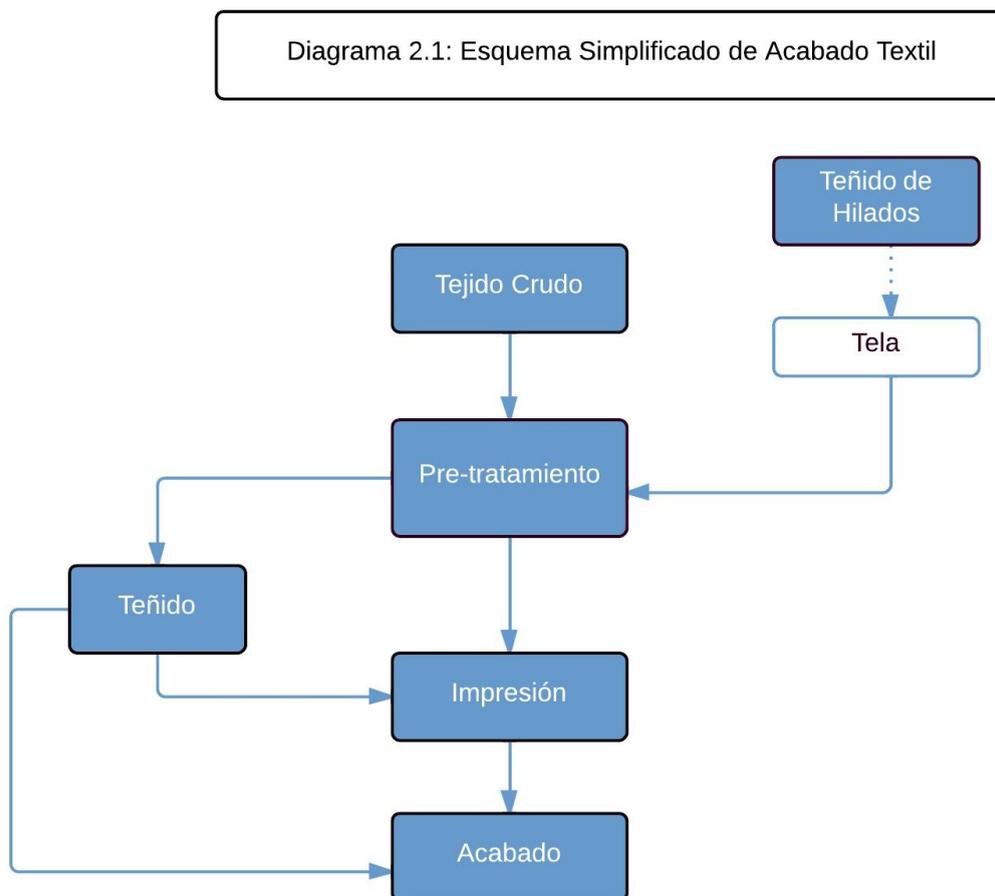
| Concentración | Composición Típica de la Formulación de Retardantes de Llama | Composición Actual de las Sustancias Indicadas en la Formulación de Retardantes de Llama |
|---------------|--|--|
| 15 g/l | Formulación de Polisiloxano | 20 % Polisiloxano con cadena de distribución 5 % Oligosiloxano, cíclico 1 % Ácido acético, técnica 3 % Alcohol graso, etoxilado, subproductos 3 % Glicerol, técnico 2 % Amina grasa, etoxilatos, subproductos |
| 20 g/l | Estearil Urea formulación | 20 % Metilolado Estearil Urea 3.7 % Etanodiol , técnico 3.3 % Metanol , técnico 0.5 % Di-isobutil Oximetano 0.5 % Isobutanol 0.2 % Formaldehído |
| 2 g/l | Acido Fosfórico Ester formulación | 50 % Acido Fosfórico Butil Ester, técnico |
| 20 g/l | Resina de melanina | 50 % Trimetilo (metilol) melanina éter, técnico 5 % Etanodiol , técnico 1 % Toluenosulfónico 2 % Formaldehído 3 % Sales inorgánicas |
| 70 g/l | Dimetilol dihidroxi etileno urea resina | 70 % Dimetilol dihidroxi etileno urea, resina, técnico 10 % Dietilenglicol, técnico 2 % Sales de ácidos orgánicos 1 % Formaldehído |
| 25 g/l | Ácido fosfórico | 85 % Ácido fosfórico, técnica |
| 400 g/l | Ésteres de los ácidos alquilfosfónicos | 75 % Dimetoximetil fosfonopropiónico-amida, metilolado 5 % Dimetilmetano Acido Fosfórico Ester 10 % Fosfitos, cualidades diferentes 1 % Formaldehído 0.1 Acrilamida 0.5 Metilolacrilamida |
| 458 g/l | Agua | |

2. Industria Textil: Materia Prima

En el Diagrama 2.1, se detalla el esquema simplificado del acabado en la industria textil. Como se indica en la Sección 1, en orden de entender los impactos del acabado de los textiles relacionados con el medio ambiente, la salud del trabajador y la seguridad del consumidor, se necesita examinar la materia prima usada en los procesos del acabado (o etapa final) del textil. Esto ayudará a establecer prioridades a aquellos que se ocupan de la etapa final a efectos de reducir impactos negativos asociados con sus productos.

- materia prima tales como fibras, hilados y textiles
- materia prima química tales como químicos, tinturas y auxiliares.

Tabla 2.1: Esquema Simplificado del Acabado Textil

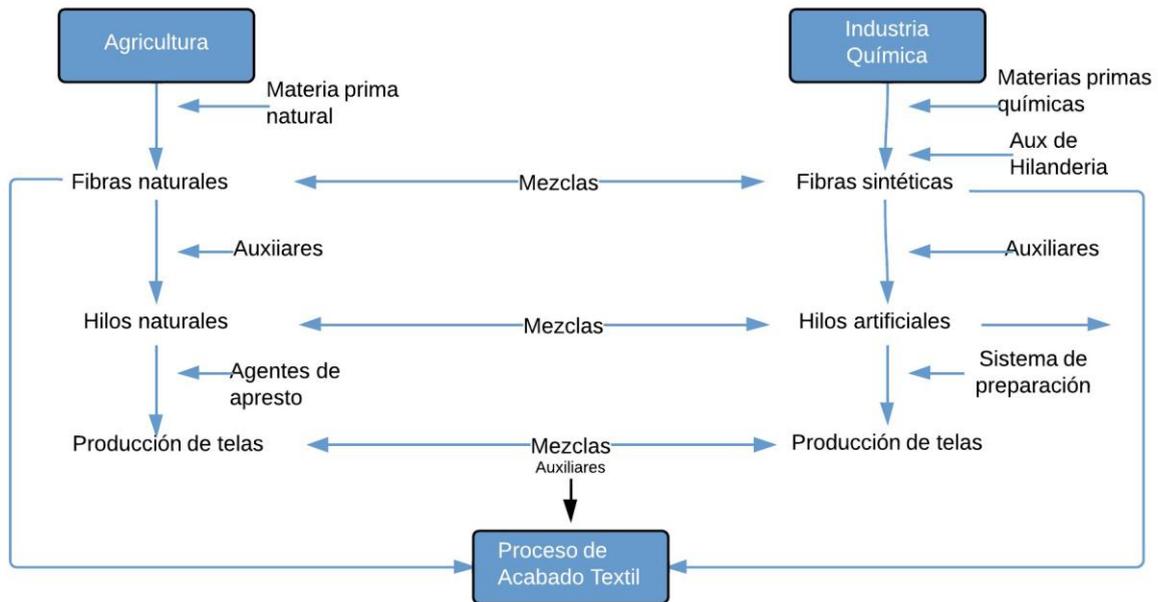


2.1 Materia Prima Textil

En el diagrama 2. 2, se señala de manera simplificada como fluye o circula el material textil en la cadena de la etapa final. En las siguientes sub-secciones, se observará primero como circula la materia prima natural y luego, la materia química intervinientes en el proceso. Se discutirá la química y la tecnología interviniente en el proceso, como así también los impactos potenciales del medio ambiente, los temas de salud que preocupan al trabajador y las implicaciones de seguridad del producto en el consumidor

Recordar: Estos químicos por los cuales podrían preocupar significativamente respecto a los impactos al medio ambiente, la salud del trabajador, y los residuos del producto son destacados en **rojo**. Se urge a los proveedores que consigan las 'Safety Data Sheets' (Cuaderno de Datos de Seguridad) acerca de estos materiales con el objeto de familiarizarse con sus peligrosas propiedades y apropiadas medidas de control.

Diagrama 2.2: Esquema Simplificado del Flujo de Materiales en la Cadena Textil



2.2 Fibras Naturales

2.2.1 Lana

Los textiles de Lana constituyen aproximadamente un 5 % - 7 % de todos los textiles acabados.

El crecimiento natural de lana produce fibra con un rango de propiedades físicas, que incluyen el diámetro de la fibra, longitud de la fibra, extensión de la rizadura, color y lustre. La fibra para cualquier uso final es seleccionada en el mejor balance de estas propiedades y en muchos casos el artículo final contendrá una mezcla de lana que deviene de diferentes fuentes designadas a alcanzar la proporción más alta de costo/lucimiento. En otros términos, la larga, la fibra fina típicamente producida por la oveja Merino, será procesada a través de un sistema de estambres, mientras que la corta, son típicamente procesados en los hilados de la alfombra y en tejido a mano. No obstante, hay muchas excepciones a estas generalizaciones.

- Grasa de lanas 2 – 23 %
- Grasa natural (transpiración seca) 2 – 12 %
- Suciedad (principalmente arena) 5 - 45 %
- Materia Vegetal 0.5 – 10 %
- Fibra de lana 40 - 99 %

La lana fina de la oveja Merino típicamente contiene 13 % de grasa de lana, mientras la lana áspera contiene un promedio de 5 % de grasa.

La grasa en lana y la suciedad (impurezas) son completamente removidas en el proceso de fregado de la lana (para más detalle, ver por separado la sección de fregado de lanas). Cualquier suciedad (impureza) remanente y vegetales importan, junto con fragmentos cortos de la fibra son removidos mecánicamente durante el cepillado o, químicamente a través de la carbonización. La fibra limpia que resulta de este proceso típicamente contiene menos que 0.5 % de residuos de grasa de lana.

La lana cruda también puede contener residuos de químicos que provienen del medio ambiente y por medicinas de las veterinarias usadas para proteger ovejas de los ectoparásitos tales como la moscarda (mosca azul). Estos

productos pueden ser **insecticidas**, **acaricidas**, o **plaguicidas**. Las consecuencias ambientales asociadas con el uso

de estos materiales en la ganadería se entienden bien en los países de mayor producción de lana, los cuales en su mayoría cuentan con reguladores de control de su uso y para reducir al mínimo residuos en el proceso de esquila.

Los aceites de procesamiento por lotes e hilado son utilizados en la producción del hilado. Las astillas peinadas se lavan antes de efectuar este proceso a efectos de remover los aceites de peinado. El lavado de las telas remueve los aceites del procesamiento por lotes y las impurezas (e. g., la cera) que resulta del proceso utilizado para el tejido.

En presencia de la humedad y alcalina a temperaturas entre los 40 grados centígrados y 100 grados centígrados, se liberan pequeñas cantidades de amoníaco, sulfuro de hidrógeno, ácido sulfúrico y sus sales. Estos químicos no se liberan generalmente bajo condiciones de calor seco.

2.2.2 Algodón

La fibra natural del algodón consiste principalmente en la mezcla de celulosa y algunos otros componentes de variada composición como se detalla en la Tabla 2.1

Tabla 2.1: Composición Química de Fibras de Algodón

| Tabla 2.1 Composición Química de las Fibras de Algodón | |
|---|---------------|
| Sustancia | Contenido |
| Celulosa | 88 % - 96 % |
| Sustancias Pectina | 0.7 % - 1.2 % |
| Cera | 0.4 % - 1.0 % |
| Proteínas | 1.1 % - 1.9 % |
| Cenizas | 0.7 % - 1.6 % |
| Otros componentes orgánicos | 0.5 % - 1.0 % |

El material orgánico del algodón en estado natural (sustancias de la pectina, proteínas, etc. – ver arriba en Tabla 2.1) se libera durante los procesos del pre-tratamiento y crea la demanda de oxígeno químico (COD) en el agua de desperdicio. Las sustancias inorgánicas (sales de K, Na, Fe, etc.) son también removidas del algodón en el proceso de pre-tratamiento.

Para proteger las plantas y las fibras de algodón, se usan considerables cantidades de **pesticidas** (cerca de 18 % del consumo mundial de pesticidas). El **pentaclorofenol (PCP)** es usado como agente para su preservación. Estudios realizados en diferentes países, en los años 90' sobre el algodón crudo, revelan que los pesticidas testeados, sólo en pequeñas cantidades (por debajo de los valores permitidos para la comida en Alemania) pueden ser detectados. (Ver sección 5. Función de los pesticidas).

2.2.2.1 Auxiliares del Hilado

En el proceso del hilado, se usan auxiliares específicos (aceites de hilado) (entre el 0.5 y 1 % según el peso) a las fibras de algodón en orden de incrementar la propiedad del deslizamiento y disminuir la resistencia de fricción. Los componentes típicos son: dioleato y **ésteres de ácido fosfórico** del alcohol graso.

2.2.2.2 Agentes de Apresto o Engomado

Los agentes de apresto, o de engomado, son auxiliares de textil que optimizan el proceso del tejido. Antes de tejer, estos agentes (en la forma de soluciones de agua o, dispersiones de agua) se aplican a los hilados. El agente de apresto forma una película protectora sobre el hilado. Después de tejer y antes del teñido y de la etapa de finalización del proceso, los textiles grises clasificados deben estar eliminados con el agua caliente y auxiliares.

La química de los agentes de apresto se describe a continuación:

Productos Naturales

El almidón es el más común de los agentes naturales; es usado para el algodón en aproximadamente un 70 % en el mercado europeo. El almidón puede derivar de distintas sustancias, típicamente maíz y papas. El almidón es usado principalmente para los productos de algodón y otras fibras naturales.

Para los productos de alta calidad (velocidad al tejer), el almidón en sí mismo no es siempre conveniente, por lo tanto se utiliza mezclado con otros agentes de apresto. Debido a que el almidón no es (o, escasamente) soluble en agua, se debe diluir en azúcares solubles al agua, los cuales luego se disuelven a través del lavado antes del fregado. El almidón no se puede re-usar o reciclar, y es responsable de la mayor parte de la demanda de oxígeno químico/oxígeno biológico (COD/BOD) cargado de las descargas del agua de desperdicio.

Productos Sintéticos

Los agentes de apresto sintético incluyen alcohol de polivinilo (PVA completamente/parcialmente polivinilo acetato), poliacrilato (a base de **ácido acrílico, éster**), poliéster y **acetato vinílico** copolimerizado. Los agentes de apresto sintético son solubles al agua y se pueden eliminar con surfactantes, o con surfactantes y alcalina en la fase de fregado.

Productos Semi-Sintéticos

Estos incluyen almidones modificados (hidroxilico, hidroxopropil, carboximetil, fosfato), galactomanano derivados y celulosa modificada (carboximetil)

Las propiedades ambientales de los agentes de apresto o engomado se enumeran en la Tabla 2.2 a continuación.

Tabla 2.2: Propiedades Ecológicas de Agentes de Apresto

| Tabla 2.2: Propiedades ecológicas de Agentes de Apresto | | | | | |
|---|----------------------------------|----------------------------------|---|--|--|
| Producto | COD [mg O ₂ /g] | BOD [mg O ₂ /g] | Biodegradabilidad | Grado de Bio-eliminación* [%] * Capacidad para absorber al lodo | Eficiencia + mínima +++ alta |
| Almidón | 900-1000 | 500-600 | Buena | 95 | + (sólo hilos de primera necesidad) |
| Carboximetil almidón | ~950 | - | Buena (dependerá del grado de sustitución) | 90 | ++ |
| Galactomanano | 1000-1150 | 400 | Buena | 95 | ++ |

| | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------|
| Carboximetil celulosa (CMC) | 800-1000 | 50-90 | Mala | Moderado a malo | ++ |
| Poliacrilato (ácido acrílico basado) | ~1800 | - | Mala | Malo | ++ |
| Poliacrilato (éster basado) | 1350-1650 | < 50 | Mala | 95 | +++ |
| Poliéster | 1600-1700 | < 50 | Mala | Parcial | +++ (PES) |
| Alcohol Polivinílico | ~1700 | 30-80 (residuo sin proceso) | Buena (residuo procesado) | Bueno | +++ |

En la mayoría de los casos, la clasificación es una mezcla de las sustancias arriba mencionadas. La mezcla se pudo llevar a cabo el usuario o el proveedor.

Los auxiliares adicionales normalmente usados en la clasificación de las mezclas incluyen:

- Lubricantes, suavizadores, emulsores, ácidos grasos emulsionados y éteres grasos (imparte la suavidad y características friccionales bajas al hilado).
- Agente anti espuma (aditivo que ayuda a disminuir la espuma si el agua es demasiado suave)
- Urea (para mejorar los efectos del lavado)

Los auxiliares influyen la toxicidad acuática y el BOD de los agentes de apresto.

La cantidad necesaria de los hilados que se recoge y el tipo de agentes de apresto depende del tipo del hilado (CO, CO/PES), etc., el tipo de la máquina de tejido y del proceso del apresto. Por lo tanto, el tamaño de los hilados que se recoge varía en una amplia gama (5 % - 15 %). Prácticamente, todos los agentes de apresto tienen que ser protegidos contra la descomposición de la bacteria inducida y por lo tanto se tratan con preservativos tales como los **fenoles clorados**, **ortofenilfenol**, **isotiazolinonas**, etc. Escasamente los materiales desclasificados podrían sin embargo contener residuales biocidas.

2.2.3 Seda

La seda es producida por el gusano de seda, *Bombix mori*. El filamento se puede desarrollar directamente del capullo. La longitud del hilo (1.0 – 3.5 decitex) va desde los 700 a 1500 m. El hilo de seda está compuesto por dos filamentos de fibroína envueltos con sericina (goma de seda). La seda es una fibra de la proteína, como la lana. Sin embargo, la seda contiene menos cistina (aminoácido con sulfuro). La seda es higroscópica (contenido de agua: 9 – 11%). Es necesario, de manera parcial o completamente remover la sericina, los aceites naturales y las impurezas inorgánicas para preparar un hilado de seda listo para teñir y preparar la tela de seda para el teñido y la impresión.

2.2.4 El lino

El lino es una fibra de la estopa, que es, una parte del vástago de la planta. La fibra se separa del vástago del lino en varios pasos. Después de cortarlo, el lino atraviesa por un proceso para disolver muchos de los tejidos finos y de las pectinas celulares que rodean la fibra al tiempo que facilitar su separación del vástago. Las sustancias pectinas y hemicelulosas son degradadas en este paso. El retorcido o torsiones, se producen a través de un tratamiento mecánico.

2.3 Fibras Artificiales

2.3.1 Poliéster (PET, Polietileno tereftalato)

La cantidad más grande de fibras artificiales están hechas con polietileno tereftálico (PET). Las fibras de poliéster

AFIRM Documento/Manual de Química
están conformadas por un 85 % de éter hecho con **glicol de etileno** y ácido tereftálico.

La policondensación tiene lugar en una burbuja a unos 280 grados centígrados con los catalizadores (e .g. Sb-. Ge- Ti - derivados como **el trióxido de antimonio** en un radio de unos pocos 100 ppm). El polímero contiene 1 – 3 al lado de la masa, de di y temporizadores.

A efectos de evitar la corriente de aire ascendente, la oxidación térmica o, la degradación hidrolítica, este polímero contiene aditivos especiales tales como:

- Estabilizadores (fosfatos, **fosfanatos**, **ácido fosfórico** (0.02 – 0.2 %)
- Antioxidantes (fenoles obstaculizados (0,.05 – 0.2 %)
- UV-estabilizadores (benzotriazole, benzofenonas hidro)

Las consecuencias de los UV estabilizadores para el medio ambiente resultan de los oligómeros y de los sistemas primarios y secundarios aplicados a la preparación, como así también del trióxido **de antimonio**. **El trióxido de antimonio** se puede encontrar en los productos finales del textil y por lo tanto, no resulta nocivo para el consumidor.

2.3.2 Poliamidas (PA)

2.3.2.1 Poliamidas 6.6 (PA 6.6)

PA 6.6 es producido por la poli-condensación termal de cantidades equimoleculares de ácido adípico y de 1.6 de diamina hexametileno (atmósfera libre de oxígeno) a 200 – 280 grados centígrados. El condensado del equilibrio contiene pequeñas cantidades de monómeros y **dímeros cíclicos** (una cantidad extraída de 2 % (**dímero cíclico** del 96 %).

2.3.2.2 Poliamida 6 (PA 6)

PA 6 está hecha de **e-caprolactama**. La reacción comienza con la apertura de hidrolítica ácido catalizado de **e-caprolactama** al ácido aminocaproico. Existe un condensado equilibrio – temperatura dependiente - a 250 grados centígrados, el cual contiene 89 % (por la masa) poliamida lineal; 8.5 % (por la masa) **caprolactama**; y amidas cíclicas más altas del 2.5 % (por la masa). El contenido de **caprolactama** se puede reducir a 0.2 % por la extracción con agua caliente. Durante el proceso que derrite la producción de la fibra, el contenido de **caprolactama** se levanta nuevamente y alcanza el 5 %, el cual será parcialmente emitido durante los siguientes tratamientos térmicos o termales.

Las fibras textiles hechas con poliamida contienen antioxidantes fenólicos (e. g., sales amino de 3,5 – ácidos de dialkyl – 4 hidroxifenil carbónico). Existen impactos ambientales resultantes de monómeros (oligómeros) y de sistemas primarios y secundarios aplicados a la preparación. **Caprolactama** debería ser considerado desde una perspectiva segura para el consumidor.

2.3.3 Poliacrilonitrilo (PAN)

Las fibras de Poliacrilonitrilo contienen por lo menos 85 % de **acrinolitrino** polimerizado. La mayor parte de las fibras PAN contienen copolímeros con 89 % - 85 % **de acrinolitrilo**, 4 % - 10 % de ionogen no comonomero y 0.5 % - 1 %

AFIRM Documento/Manual de Química de comonomero iónico con grupos de sulfato. Los PAN polímeros son mayormente producidos por la polimerización de la suspensión en agua. La polimerización se inicia a través de los sistemas de reducción de oxidación (redox) en agua soluble.

N,N dimethylformamida (DMF) se utiliza como un solvente para el proceso del hilado en seco. Para el proceso mojado (de girar), DMF se usan, **N,N- dimethylacetamida (DMAc)**, dimetil sulfoxido y soluciones acuosas de sales inorgánicas, o ácidos. Los residuos y solventes se eliminan en agua caliente en el proceso pos-tratamiento.

Los impactos ambientales de las fibras PAN devienen principalmente de contenidos de solvente residual (0.2 % - 2 %) y de los sistemas primarios y secundarios aplicados en la preparación. La cantidad de monómeros residuales, tales como el **acrilonitrilo**, es < 1 ppm y aproximadamente insignificante.

2.3.4 Polipropileno (PP)

El polipropileno es un polímero por la adición producido por el “propano” (propileno – C₃) en la presencia de catalizadores. La orientación del grupo terciario metil en cada unidad de monómero en la cadena, determina las propiedades. Los PP isotácticos (todos los grupos metílicos tienen la misma orientación) tienen las propiedades más útiles para la fibras de textil. El Isotáctico PP tiende a cristalizarse bajo ciertas condiciones, las cuales denotan efectos al final del producto. PP es altamente sensitivo a la oxidación en presencia de calor con aire, metales o radiación UV. Para prevenir esto, se usan antioxidantes aditivos. Típicamente, la combinación de antioxidantes primarios (los fenoles impedidos son los más comunes) y los antioxidantes secundarios, o descomponedores de peróxido (fosfitos son los más comunes) se usan para inhibir la oxidación. Un limpiador ácido (generalmente estearato de calcio o de cinc) es también necesario. Dado las localizaciones del **cadmio** y del cinc en la Tabla Periódica de los Elementos, podría encontrarse - casi siempre -, impurezas de **cadmio**.

Durante el proceso de extrusión, algunos alifáticos de poco peso molecular (C₅ – C₁₅) y aditivos volátiles son emitidos dentro del aire, requiriendo precauciones especiales de ventilación.

2.3.5 Poliuretano (PU)

Los polímeros de poliuretano están formados por la reacción de por lo menos dos grupos de **isocianato** con al menos dos grupos de alcohol en presencia de un catalizador (e. g. aminas terciarias tales como dimetilciclohexilamina, y sales organometálicas tales como **dilaurato de dibutylestaño**). **Dilaurato de dibutylestaño** siempre contiene impurezas de monolaurate de **tributiltino**. El primer componente esencial de un polímero del poliuretano es el **isocianato**. Las moléculas que contienen dos grupos de **isocianatos** se llaman **disocianatos**. Estas moléculas también se refieren a los monómeros o a unidades de monómeros, dado que se usan para producir **isocianatos** poliméricos que contienen tres o más grupos funcionales del isocianato. Los **isocianatos** pueden tener compuestos aromáticos tales como el **difelmetanodiisocianato (MDI)** o **disocianato de tolueno (TDI)**, o alifáticos compuestos tales como **el disocianato hexametileno (HD)**, o el **isoprofeno disocianato (IPDI)**.

El segundo componente esencial del polímero del poliuretano es el polyol. Moléculas que contienen dos grupos de oxidrilo se denominan trioles, etc. En la práctica, polioles son distinguidos por la corta cadena o bajo peso molecular del glicol y de los articuladores cruzados tales como el **glicol etileno (EG)** 1,4-, butanodiol (BDO), **glicol etileno**

AFIRM Documento/Manual de Química

(DEG), glicerina, y propano trimetilol (TMP). Los polioles son polímeros en su propio derecho. Están formados por la adhección de radicales libres y de **óxido de propileno (PO)** o, **óxido de etileno (EO)** re hidróxido-amina o por la poliesterificación de diácido (e.g., ácido adipico) con glicoles, tales como **glicol etileno** o **dipropilenglicol (DPG)**. Los polioles extendidos con PO o EO son polioles de poliéster. Los polioles formados por la poliesterificación son polioles de poliéster.

2.3.6 Elastinea-Spandex (EL)

Las fibras de elastane son hechas con por lo menos 85 % de poliuretano (PU). Sus propiedades más características están basadas en segmentos alternativamente largos, “suaves”, con capacidad baja de diluirse o derretirse, segmentos flexibles y relativamente cortos, “duros”, y con segmentos de con enlaces fuertes de hidrógeno.

Las fibras de elastane son producidas bajo el hilado en seco con **N, N-dimetilacetamida** como el solvente. El contenido del solvente residual en la fibra es < 1 %.

Durante el proceso, los aditivos ayudan a reducir la alta adherencia de las fibras del elastane y a garantizar suficientes propiedades. La composición de estos aditivos es de 95 % de aceites de silicona y 5 % de surfactantes.

2.3.7 Viscosa (CV)

Las fibras viscosas son hechas de soluciones alcalinas de celulosa de xantogenato de la celulosa, en las cuales el disulfuro de carbón es el solvente. La solución giratoria coagula en baños de ácido que contiene ácido sulfúrico, sulfato de sodio y sulfato de zinc.

Los impactos ambientales asociados con la producción viscosa se relacionan con los sistemas primarios y secundarios aplicados a la preparación.

2.3.8 Cupro/Cupramonio (CU)

La celulosa (pulpa de madera) también puede disolverse en un solución acuosa del amoníaco y del sulfato de cobre. Las fibras de cupro se producen en una proceso giratorio mojado seguido por un paso de lavado (para eliminar la sales de cobre).

2.3.9 Acetato (CA)

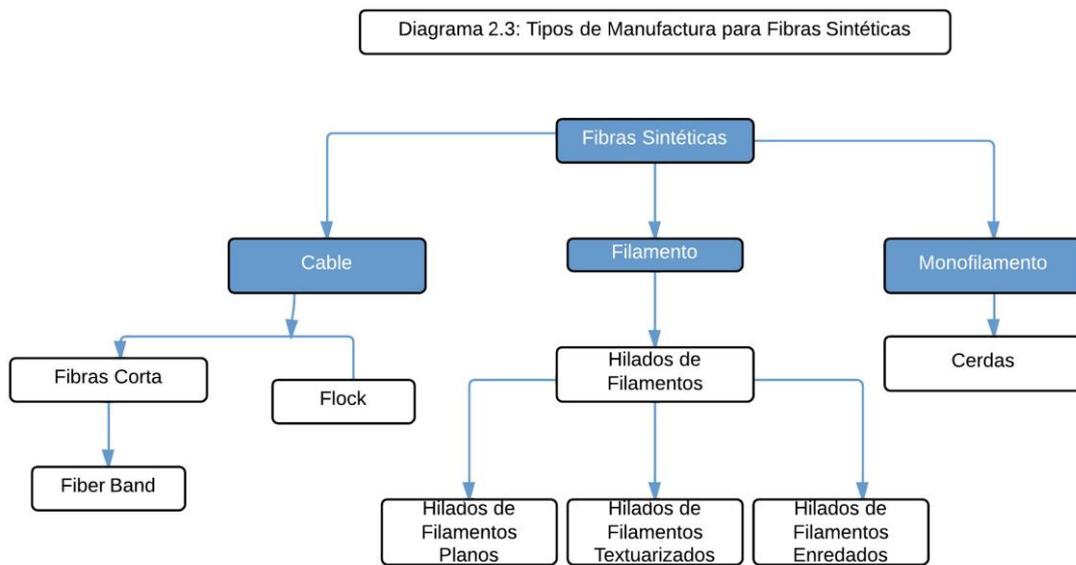
Las fibras de acetato son derivados de la celulosa (éteres de celulosa). La celulosa (pulpa de madera) se trata con ácido acético glacial y el anhídrico acético, juntos con los catalizadores (ácido sulfúrico, clorohidrato de zinc) para producir el triacetate de celulosa. El tratamiento hidrolítico (saponificación) en el cual 2 – 2.5 de los OH grupos celulósicos se esterifican, producen diacetate. Las fibras del diacetato y del treacetato se generan en un proceso del

hilado en seco. (En dicho proceso se usa acetona que hace las veces de solvente y produce fibras de diacetato; se usa el cloruro de metileno y produce fibras de triacetato.

Los lubricantes desempeñan un papel muy importante en la manufacturación de las telas; cualquier operación

mecánica empleará los lubricantes con el fin de evitar daños en los materiales textiles. Directamente después de los conductos que hacen girar y apagar en la cadena de la producción de la fibra, las fibra artificiales están preparadas para el acabado de la hilatura; éstas son consideradas los sistemas primarios de la preparación y forman los ésteres del ácido graso de 0.3 – del 0.8 %. Estos sistemas deben proveer suficiente contenido se agua (o, dicho de otra manera, deben ser los suficientemente húmedos) en las fibras para garantizar una perfecta bobina que otorgue suavidad para continuar con el procesamiento (ver Diagrama 2.4).

Diagrama 2.3: Tipos de Fabricación para Fibras Artificiales



La producción de fibras artificiales consiste en una conversión física de polímeros lineales con los pesos de molecularidad elevada en fibras finas. Para lograr esto, las desorientadas cadenas moleculares tienen que arreglarse de tal manera de quedar paralelas al eje de la fibra después de girar (p. ej. diseño) y liberarse de tensiones internas a través del tratamiento termal (p. ej. ajuste de calor). Las fibras pueden adquirir la textura (darle la consistencia) para que tengan la apariencia, estructura y la textura de las fibras naturales.

2.4.1 Estiraje

Si se varía la velocidad de la extracción del hilo de rosca en el proceso de hilado, conduce a un aumento de la orientación de la cadena molecular y la la estructura de la cristalización de la fibra. Este proceso es responsable de buenas propiedades tecnológicas textiles en las fibras e hilados. Las características de la fibra tales como la fuerza tensional, de la elongación a la rotura, de la contracción, etc., pueden ser influenciados por este proceso.

2.4.2 Termofijado

El proceso de ajuste de calor también influye la orientación y cristalización de las macro-moléculas. Interiores,

tensiones “congeladas” debido al estrechamiento del proceso del hilado – sobre todo en áreas amorfas – deben ser removidas para evitar la contracción o las arrugas en los pasos del siguiente proceso termal.

2.4.3 Texturización

En contraste con las fibras naturales, las fibras artificiales tienen una superficie lisa y ninguna ondulación. Para permitir el procesamiento y mejorar las propiedades textiles tales como la voluminosidad, se incrementa la elongación y la capacidad de retención de calor. Las propiedades termoplásticas de las fibras explotan en virtud de lograr un ondulado artificial.

2.4.4 Auxiliares en la Preparación

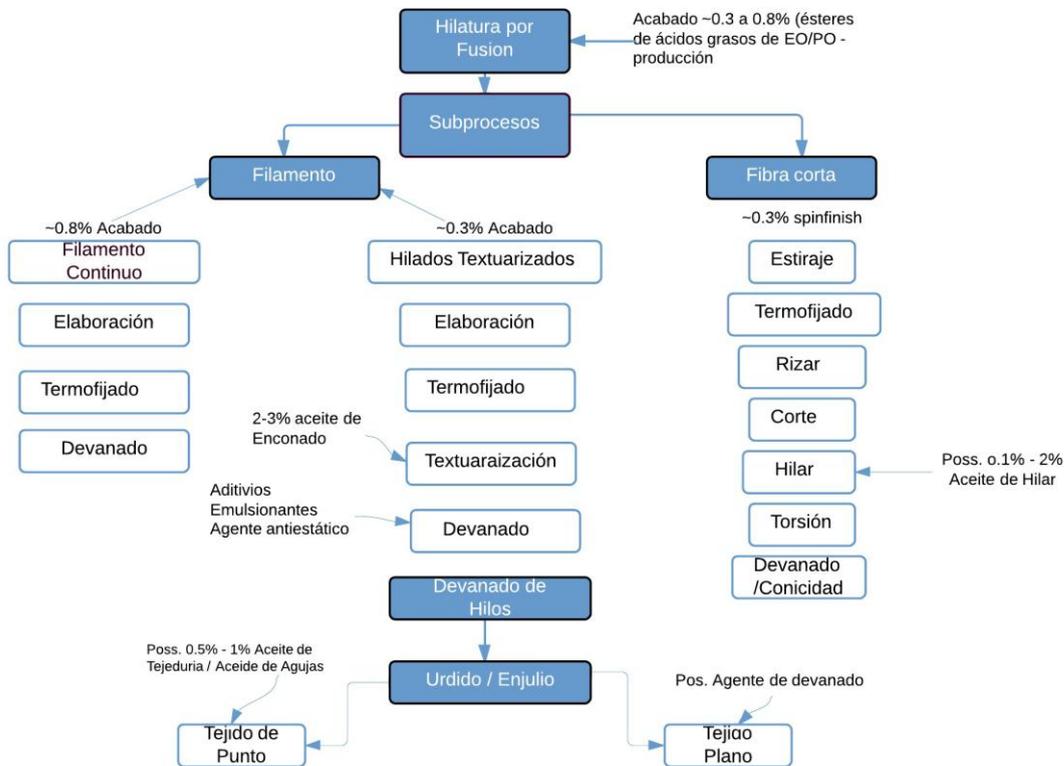
En los pasos señalados en párrafos anteriores acerca de la preparación de las fibras, tanto como los pasos de la preparación siguiente (ver diagrama 2.4), las fibras artificiales requieren especiales auxiliares químicos (agregados) tales como aceites de enconado de hilos, aceites de procesamiento por lotes, aceites de hilado, etc. Estos serán tomados por distintos tipos de fibras/hilados en cantidades diferentes. Algunas niveles de propiedades adicionales se señalan en el Diagrama 2.3, a continuación:

Tabla 2.3: Propiedades de Niveles de Auxiliares en la Preparación en las Fibras/Hilados

| Tabla 2.3 : Propiedades de Niveles de Auxiliares en la Preparación en las Fibras/Hilados | | |
|---|----------------------------|--|
| Preparación del Sistema | Fibra / Hilados | Agregación |
| Spin finish | Fibras Cortadas | 0.3 % |
| | Filamentos planos | 0.8 % |
| Lubricante antiestático | Filamentos texturizados | 1.5 % - 5.0 % (promedio: 2 - 3 %; máx.: 14 %) |
| Dosificación de aceite | Teñido de fibras/hilados | 3 % - 6 % |
| Torsión de aceite | Hilados de fibras cortadas | 0.1 % - 2.0 % |

Diagrama 2.4: Puntos de Aplicación y Propiedades

Diagrama 2.4: Punto de Aplicación y Características Sobre los Niveles de Añadidas para los Sistemas de Preparación (% cantidad de añadidura al peso seco de las fibras)



2.5 Química de los Sistemas de Preparación

“Sistemas de Preparación” es un término colectivo para denominar a todos los auxiliares usados para la producción y procesamiento de la fibra, de la sola fibra/hilado a la tela lista o terminada. Estos auxiliares preparan las fibras/hilados para el mejor funcionamiento en las máquinas textiles.

Los sistemas de preparación son una combinación de diferentes sustancias, las cuales llevan a cabo las siguientes funciones:

- Engrasar de la superficie de la fibra
- Mantener cohesión de las fibras en el haz de fibras
- Proteger contra la carga de electrostática

Dependiendo de los pasos del proceso y de la clase de aplicación, los sistemas de preparación tienen diferentes nombres en la cadena textil. Su composición difiere sólo en las cantidades de los distintos componentes. La preparación es aplicada por el productor de la fibra y debe ser distribuido (a) uniformemente en la superficie de la fibra y (b) eliminado antes del acabado. Para dar lugar a estos requerimientos, las preparaciones contienen un tipo

Los principales componentes de los sistemas de preparación son:

- Lubricantes (40 % - 70 %)
- Agentes antiestáticos (20 % - 40 %)
- Emulsores (5 % - 15 %)
- Aditivos (1 % - 5 %)

Aditivos pueden incluir cualquiera de los siguientes:

- a).- Agentes para la compactar del hilo de rosca
- b).- Agentes de adherencia de soldadura
- c).- Bactericidas
- d).- Inhibidores de corrosión

El tipo de sistema de preparación usado depende de la producción y de los procesamientos tecnológicos de la fibra, como así también de las propiedades específicas de la fibra y del proceso de la tela. Las preparaciones no deben salpicar, evaporarse, emigrar y/o estropear el teñido.

2.5.1 Lubricantes

Los lubricantes más comunes que se usan se describen en las sub-secciones abajo. A menudo, los específicos requerimientos para un lubricante no pueden lograrse con un solo componente; en este caso, se utilizan mezclas de lubricantes.

2.5.1.1 Aceites Minerales

Los aceites minerales que se utilizan son altamente refinados “de la calidad del **aceite blanco**”. Son mayormente mezclas de parafina de hidrocarburos ($C_{12} - C_{40}$ del rango que hierve de 220 grados centígrados – a 550 grados centígrados). Los diagramas de la presión del vapor de estas alcalinas a una temperatura de 180 grados centígrados muestra que una cantidad considerable se percibe en el estado gaseoso y debe por lo tanto, ser considerada en el momento de la determinación de las emisiones de aire.

Debido a al incremento de las velocidades del hilado y la texturización, el contacto entre las fibras y los componentes metálicos pueden aumentar las temperaturas hasta los 600 grados centígrados. En este rango de temperatura, la estabilidad de los aceites minerales es excedida. Se evaporarán y serán liberados en el aire; algunos, en parte, se descompondrán y causará preocupación debido a las concentraciones de productos de descomposición en el aire.

Los hidrocarburos tienen muy baja bio-degradabilidad, lo cual es una desventaja en términos del impacto del impacto ambiental.

Una ventaja de las preparaciones es el bajo precio de los aceites minerales. De hecho, este tipo de preparación tiene el mayor uso en el mercado. Algunas fuentes de este mineral basado en preparaciones de aceite puede estar contaminado con **hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs)**.

2.5.1.2 Ésteres de los Aceites

Los aceites ésteres son ésteres de los ácidos grasos (ácido lauril – ácido esteárico) con alcoholes (butanol – alcohol esteárico) o, poliols.

Comparado con los aceites minerales, los aceites ésteres son estables termalmente, bio-degradables y emulsivos. A altas temperaturas, el agrietarse puede dar lugar a, por ejemplo, productos de condensación y residuos en el calentador de texturización.

2.5.1.3 EO/PO Productos

Los productos EO/PO son aducciones de los alcoholes grasos, de los ácidos y **del óxido de etileno (EO)** o, del **óxido de propileno (PO)**. $RHC_2O(CH_2-CH_2O)_xH$ $x = 10 - 20$

Estos éteres de poliglicol de alcalina se utilizan como preparaciones de texturización porque son termalmente estables. Por otra parte, su bio-degradabilidad es absolutamente baja. Los productos EO/PO son sólo usados como emulsores, dependiendo del peso molecular y la viscosidad.

2.5.2 Agentes Antiestáticos

Una función básica de los sistemas de preparación es el evitar cargas estáticas. Las sustancias que se detallan a continuación son agentes antiestáticos importantes:

Surfactantes no-ionicos

Ácido graso etoxilatos o, ésteres de poliglicol del ácido graso

Graso o, oxo-alcohol etiolatos

Triglicéridos (aceite castor) etiolatos

Ácido graso mono alquil poliglicol

Surfactantes Aniónicos

Sales de ácido fosfórico, basados en etoxilatos o, no-etoxilatos graso o, Oxo-alcohol

Alquilsulfonato

Sales de sarcósido

Surfactantes Catiónicos

Cloruros de tetra-alquilamonio o, metasulfato

Sales grasos de imidazolio

En general, los agentes no-iónicos o, antiestáticos aniónicos no se usan porque los surfactantes catiónicos pueden estropear el proceso del tinte que sigue debido a la ineficiente capacidad de lavado.

Lo mejor para el agente antiestático es que quede orientado al exterior de la fibra; de lo contrario, puede afectar el comportamiento de la fibra en futuros pasos o, aún la estabilidad de la fibra. El agente antiestático se dilata al

interior de la fibra en el caso de la fibra PA relativamente hidrofílica y de la fibra PAN relativamente porosa. Este efecto puede notarse si se la almacena durante mucho tiempo.

2.5.3 Emulsores

Los emulsores y agentes de adherencia se agregan al sistema de preparación en orden de dispersar los aceites de una manera muy delicada y alcanzan emulsiones estables para humedecer las fibras (mejorar su resistencia en condiciones de humedad). Los componentes de los emulsores son sustancias amoníacas tales como los jabones y los productos sulfatados o, sustancias no-ioníacas tales como productos de condensación **óxido de etileno**.

Esto es importante, por la lavabilidad de las fibras que ayudan a conocer las propiedades de los emulsores. Los etoxilatos surfactantes bajos son más comúnmente usados como emulsores. La mejor temperatura para el proceso de lavado es sin embargo, a menos de 50 grados centígrados, a mayor temperatura se rompen las emulsiones. De la misma manera, los tensoactivos usados en el proceso de lavado tienen que ser consistentes con los emulsores.

2.5.4 Aditivos

En los sistemas de preparación, "Aditivos" es el término colectivo para mencionar las sustancias que se detallan a continuación, las cuales son sólo utilizadas en pequeñas cantidades.

Agentes para facilitar y compactar el hilo de rosca

- . Sarcósidos
- . Agentes de adherencia poliacrilatos

Agentes humedecedores

- . Siliconas

Agentes que evitan salpicar (responsable de adhesión de la preparación de la superficie de la fibra para evitar salpicar durante el proceso).

- . Politoxilatos

Preservativos (bactericidas)

- . Imidazolios
- . Halogenado graso amidas ácido

Inhibidores Ácidos de Corrosión (protección para los componentes de la máquina)

- . Jabones ácidos grasos
- . Sarcósidos

2.6 Aceites de Procesamiento por Lotes

Los aceites de procesamiento por lotes funcionan de la misma manera que los sistemas de preparación. Para teñir o blanquear las fibras o los hilados, deben quitarse los agregados de la preparación. Para procesar la fibra/hilados

teñidos o blanqueados, la superficie debe ser lubricada de nuevo y se debe reducir las cargas electrostáticas. Los aceites de procesamiento por lotes son también usados en el procesamiento del hilado del algodón teñido y blanqueado. Resulta especialmente importante agregar aceites de procesamiento por lotes para reducir la migración de oligómeros en el procesamiento de los productos PET.

Los aceites de procesamiento por lotes son normalmente aplicados después de teñir o blanquear y en el último enjuague. La concentración de aceites de procesamiento por lotes en dicho baño de enjuague que aclara es de 3 %. La cantidad de aceites de procesamiento por lotes que absorbe la fibra (i. e., es decir, el “hasta agota el grado”), es absolutamente baja para el PET y PA (10 % - 30 %), pero bastante alta para el CO y PAN (> 80 %).

La composición química del procesamiento de aceites por lote es muy similar a la composición de los sistemas de preparación descritos en párrafos anteriores.

2.7 Aceites de Hilatura y Aceites para Enconado

Los aceites de hilado se aplican sobre fibras cortas a través del proceso de hilado para reducir la fricción de fibra con fibra así como la reducir la fricción de fibra con metal durante el proceso de cardadura. Las propiedades y composición química de los aceites de hilado son muy similares a los de los sistemas de preparación. Los aceites de torsión se utilizan durante el proceso de torsión; los aceites de conicidad, en cambio se usan en los procesos de texturización. (ver Tabla 2.3).

2.8 Preparaciones para el Procesamiento de la Tela

Las telas pueden producirse a través del tejido, haciendo punto o usando técnicas que no incluyen el tejido. Para todos los pasos de estos procesos, los auxiliares específicos en los sistemas de preparación han sido aplicados sobre las fibras/hilados tempranamente, en pasos anteriores o preparatorios; no hay necesidad de auxiliares adicionales.

Los aceites especiales se usan para engrasar las agujas del tejido de punto; éstas consisten en refinar los aceites minerales (0.5 % - 1 %).

3 Químicos Textiles y Auxiliares

En esta sección, se describe brevemente la composición de los auxiliares y químicos textiles, por qué y cómo se utilizan, y el potencial para las emisiones de aire, la descarga de agua desechable, las preocupaciones en materia de seguridad en el lugar de trabajo, y el potencial de residuos del producto de consumo en su etapa final

Nota: Terminación de la Tela versus Terminación de la Ropa. En la sección “Cómo se Aplica” de cada Tabla,

se discute cómo los textiles auxiliares y los químicos se utilizan en las telas. Se utilizan los mismos químicos si se trata de la terminación de la prenda, pero se aplican casi siempre usando un proceso por agotamiento (versus a un proceso por padeo o foulard). Como consecuencia, la terminación de la prenda (e. g. con la fabricación de los vaqueros) típicamente resulta en más descarga de aguas residuales que contienen químicos y auxiliares textiles. La terminación de la tela, a menudo un proceso por padeo o foulard, típicamente resulta en más emisiones de aire de estos químicos.

3.1 Agentes de Desencolado (que sacan el apresto)

| | |
|--|---|
| Composición | Típicamente amilasas (desencolado enzimático), persulfatos (desencolados oxidativo), glicoles y agentes tensoactivos Desencolado sin auxiliares también es posible. |
| Uso | Agentes de desencolado se utilizan para solubilizar o degradar el agente encolado por lo que puede ser lavado |
| Cómo Aplicar | Relleno de vapor, lotes y procesos continuos de relleno (por ejemplo, jigger) puede ser utilizada para aplicar los agentes de desencolado a la tela. Con desencolado enzimático, los rellenos de vapor se aplican sólo para grandes lotes y con enzimas estables bajo condiciones de vapor. |
| Impacto Ambientales | Hasta un 100% de estos agentes pueden ser descargados a las aguas residuales; todas las sustancias son altamente biodegradables. Las emisiones al aire son insignificantes. |
| Salud Laboral / Preocupaciones de Seguridad | Existe cierto peligro de sensibilización respiratoria con amilasas. |
| Preocupaciones de Seguridad del Consumidor | Ninguno |

3.2 Agentes para el proceso de Mercerización

| | |
|--|---|
| Composición | El proceso se lleva a cabo con álcalis fuertes (sosa cáustica), junto con agentes tensioactivos. Normalmente se utilizan alquilsulfatos. Como subproductos, que contienen alkylalcohols o-dioles. Ellos contienen ésteres de ácido fosfórico como tributylfosfatos como agentes anti-espumantes |
| Uso | Agentes usados en mercerización aumentan la fuerza de los textiles y les dan una apariencia sedosa brillante. |
| ¿Cómo se Aplica? | Agentes para mercerización se pueden aplicar usando varias técnicas, incluyendo (1) bajo tensión a temperaturas frías y (2) estiramiento en caliente a temperaturas cercanas al punto de ebullición seguido de enfriamiento a temperatura ambiente y lavado bajo tensión. Para asegurar la penetración homogénea de la tela por los agentes de la mercerización, agentes humectantes pueden utilizarse (especialmente a temperaturas ambiente). |
| Impactos Ambientales | Emisiones a la atmósfera son insignificantes. Las sustancias activas y subproductos se liberan a las aguas residuales. La biodegradabilidad de estos agentes para mercerización es bastante buena. |
| Bienestar Laboral / Otros problemas | Impacto insignificante en el aire en el área de trabajo. |
| Preocupaciones de Seguridad para el Consumidor | Ninguno. |

3.3 Agentes Abrasivos, Agentes de lavado

| | |
|----------------------|--|
| Composición | <p>Substractos de algodón son desengrasados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • álcali (hidróxido de sodio, carbonato de sodio) • Etoxilatos de alcoholes grasos (con fosfonatos <5%), • Surfactantes, generales (con agentes complejos <5%). <p>A continuación se muestra una lista de los tensioactivos principales usados en la industria textil (agentes tensioactivos aniónicos y no iónicos se utilizan normalmente para el lavado / limpieza):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aniónico: Palmitato de sodio, estearato de sodio, aceites sulfatados, alquilarilsulfonatos, dialquilsulfosuccinatos, alcanolamidas sulfatadas, Alquilfenol poliglicol sulfatados • Catiónico: Derivados de alquilamonio, cloruro de alquil-dimetil-bencil-amonio y cetílico cloruro de piridinio • Anfótero: Amino compuestos combinados con sulfato carboxílico, o grupos de ácidos sulfónico • No iónicos: Etoxilatos de alquilfenol (ver comentarios más abajo en la sección 3.3.1(, y/ o de alcohol graso, ácido graso-o-amina grasos etoxilatos <p>Los materiales sintéticos se lavan sin sosa cáustica, pero en su lugar use detergentes aniónicos o no iónicos (vea más arriba)</p> |
| Uso | Agentes desengrasantes y de lavado se utilizan para eliminar aceites y otros auxiliares de la tela una vez que ya no son necesarios. |
| ¿Cómo se Aplica? | Para hilos y fibras, el desengrasado normalmente se realiza con un proceso por lotes. Las telas se desengrasan en modo continuo, utilizando un proceso de vapor. |
| Impactos Ambientales | <p>Los tensioactivos se descargan en las aguas residuales. Si APEO's (El nonilfenol etoxilado) se han utilizado, en medibles concentraciones de una mezcla de APEO (El nonilfenol etoxilado) y sus productos de biodegradación, alquilfenol, estará presente en vertidos de aguas residuales. (vea la sección 3.1.1, a continuación). Las emisiones al aire son insignificantes.</p> <p>Las cantidades residuales de óxido de etileno, glicoles y monómeros no desarrollan presiones gaseosas suficientemente altas en la fase acuosa, por lo cual no se liberan al aire.</p> |

| | |
|--|--|
| Salud Laboral / Preocupaciones de Seguridad | Impacto insignificante en el aire en el área de trabajo. |
| Preocupaciones de Seguridad para el Consumidor | En general, ninguna, sin embargo las concentraciones de APEO (nonilfenol etoxilado) utilizados en lavados de lana y cuero pueden resultar en residuos apreciables en textiles y cuero. El lavado en casa de prendas con estos químicos resulta en descargas de residuos APEOS (nonilfenol etoxilado) a la planta de tratamiento de aguas residuales. Consulte la sección 3.3.2, más adelante. |

3.3.1 Información sobre Alquilfenoles Etoxilados (APEOs)

APEOs ha sido usado (y todavía se usa en algunas áreas) como un surfactante abrasivo muy efectivo para la lana y el cuero. También se usan más ampliamente en la formulación del colorante como un emulsor o agente de dispersión.

APEOs pertenecen al grupo de los surfactantes no-iónicos; éstos consisten en una parte (hidrofílico) polar y una no-polar (Hidrofóbicos). En **APEOs**, el grupo hidrofílico es parte de una cadena polietoxilato con grados del etoxilación que varían el número (EO) unidades = 1-40). La región hidrofóbica es proporcionada por los **alkilfenoles** (APS) en los cuales las cadenas ramificadas del hidrocarburo contienen ocho (i. e. **octifenol**) ó nueve (i. e. **nonilfenol**) átomos de carbón. Los **alkilfenoles** son conocidos, como interruptores débiles de la endocrina; **APEOs** son tóxicos para los peces.

Impactos Ambientales. La mayor parte de los **APEOs** se utilizan en soluciones acuosas; por lo tanto, se desechan en aguas de desechos municipales e industriales que entran en las plantas de tratamiento de las aguas residuales. Durante los diferentes pasos del tratamiento, tiene lugar un proceso complejo de la biodegradación de **APEOs** que desencadena la formación de varios (menos bio-degradabilidad) metabolitos. Los productos de degradación **4-alkifenol dietoxilato (AP2EO)**; **4-alkifenol monotoxilato (AP1EO)**; **[(4-alkilfenoxi) etoxi] ácido acético (AP2EC)**; **(4-alkilfenoloxi) ácido acético (AP1EC)** y **4-alkilfenoles** (formado por el acortamiento de la cadena de etoxilatos hidrofílicos) son persistentes, fuertemente lipofílico,, y más tóxico que los padres compuestos. La liberación de estos compuestos son altamente tóxicos se ejerce a través de efluentes secundarios o, el lodo de aguas residuales, los cuales podrían ser dañinos para el medio ambiente acuático o terrestre.

En algunos países, debido a lo preocupante del tema acerca del uso de los **APEOs**, han sido sustituidos en detergentes usados en lavaderos.

La discusión acerca del **nonilfenol (NP)** en el medio ambiente ha sido revisada recientemente debido a su actividad estrogénica. Estudios elaborados señalan que inducen a la proliferación de MCF₇, células que dan lugar a tumores de seno en los seres humanos y la reducción del tamaño testicular y la producción de espermatozoides en las ratas masculinas.

3.4 Químicos de Limpieza a Seco

| | |
|--|---|
| Composición | <p>Una variedad de productos químicos se aplican (también para eliminación de manchas de las telas y prendas de vestir y la limpieza de la máquina). Estos incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etanol, ester de ácido acético, etc. • Los terpenos como el d-limoneno • Hidrocarburos con Cloro como percloroetileno, diclorometano, tetracloruro de carbono tricloroetileno, etc. • Tensioactivos, ácidos carbónicos y otros auxiliares <p>El percloroetileno es normalmente utilizado en la limpieza en seco.</p> |
| Uso | Agentes de limpieza en seco se utilizan para eliminar auxiliares no deseados y las manchas de las telas. |
| ¿Cómo se aplica? | Agentes de limpieza en seco se pueden aplicar en un modo discontinuo en forma de cuerda (tejidos de (tela tejida y de punto) |
| Impactos Ambientales | Algunos de los disolventes orgánicos se emiten en el aire, halogenuros orgánicos valores límites de emisión deben ser observadas. Algunos de los disolventes se descargan en las aguas residuales, donde son bastantes biodegradable. |
| Salud Laboral / Preocupaciones de Seguridad | Emisiones de disolventes en el lugar de trabajo son una preocupación. D-Limoneno se clasifica como sensibilizador y está siendo evaluado para determinar posibles efectos cancerígenos. Los hidrocarburos clorados utilizados tienen efectos tóxicos y carcinogénicos. Los límites de exposición laboral deben ser observados. |
| Preocupaciones de Seguridad para el Consumidor | Las prendas hechas de materiales y mezclas sintéticas pueden retener entre 0.1 a 0.5% de percloroetileno residual – ya sea que el percloroetileno es usado en la limpieza en seco en aéreas de manufactura o cuando se limpia en seco por el consumidor. |

3.5 Agentes Blanqueadores

3.5.1 Agentes Blanqueadores Inorgánicos

| | |
|--------------------|--|
| Composición | Agentes blanqueadores inorgánicos son en su mayoría sustancias oxidantes tales como peróxido de hidrógeno (predominantemente) y el hipoclorito / clorito. Sin embargo, algunas sustancias reductoras se utilizan también, por ejemplo como natrium ditionito (predominantemente) |
| Uso | Las sustancias reductoras se utilizan para reducir el excedente oxidante de agentes reductores, así como para los procesos de blanqueo (por ejemplo, la lana, poliamida) |

| | |
|-----------------------------|--|
| ¿Cómo se aplica? | Una amplia gama de procesos de blanqueo puede ser utilizada, incluyendo lote frío, decoloración en condiciones de vapor, y modo continuo. |
| Impactos Ambientales | <p>Las emisiones al aire no son una preocupación debido a que las presiones de vapor de los componentes son bastante bajos (con la excepción de ClO_2 en el blanqueo con cloro). Emisiones a la atmósfera después de los procesos de secado también son insignificantes.</p> <p>Vertidos de aguas residuales son una preocupación con los agentes de blanqueo, por un número de razones. Hipoclorito o clorito resultan absorbibles (AOX halogenuros orgánicos) los vertidos de las aguas residuales textiles y niveles asociados DQO (<i>Demanda Química de Oxígeno-DQO</i>)</p> <p>Si las aguas residuales de diferente procedencia contienen peróxido y se combinan con cloruro de agua que contienen residuos (NaCl de teñido, estampado, MgCl_2 de acabado), cloruros inorgánicos puede oxidar a su oxígeno activo (cloritas/hipocloritos).</p> <p>Esto genera AOX, inexplicable para el “blanqueador de peróxido”, que blanquea sin cloritas. Esto a su vez, conduce a niveles de DQO en la planta de aguas residuales y los costos asociados.</p> <p>Incluso sin la interacción con el cloruro que contienen las aguas residuales, que contienen peróxido de aguas residuales, podrá proporcionar un “COD –Chemical Oxygen Demand) virtual” en las condiciones de DQO.</p> <p>(La prueba utiliza dicromato para oxidar todo el carbono en CO_2. El equivalente de oxígeno consumido da el valor de DQO. Ya que el dicromato es un oxidante más fuerte que el peróxido, el peróxido se reduce, consumiendo oxígeno desde el dicromato y produce un valor de COD.)</p> |

| | |
|---|--|
| Salud Laboral / Preocupaciones de Seguridad | <p>Las emisiones de aire en el área de trabajo de ácido acético, ácido paracético, ácido fórmico ácido, H₂O₂ y dióxido de cloro pueden ser motivo de preocupación. Observe los límites de exposición.</p> <p>Advertencia: El peróxido de hidrógeno reacciona con ácido acético para formar ácido paracético, que tiene propiedades mutagénicas. También el riesgo de explosión tiene que ser considerada para formulaciones concentradas.</p> |
| Preocupaciones de Seguridad del Consumidor | Ninguna |

3.6 Estabilizadores

| | |
|------------------|--|
| Composición | <p>Estabilizadores son agentes formadores de complejos orgánicos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ácido policarbónico fosfatasa aminoácidos carbónico (EDTA/DETPA) |
| Uso | Los estabilizadores se utilizan típicamente para complejos de metales insolubles así que se vuelven solubles y no se acumulan en los tejidos, evitando los problemas de calidad de colorantes. |
| ¿Cómo se aplica? | Una amplia gama de procesos pueden ser utilizados, incluyendo lotes en frío, aplicación bajo condiciones de vapor y modo continuo. |

| | |
|---|--|
| Impactos Ambientales | <p>EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) es un problema de residuos de descarga de agua debido a su baja biodegradabilidad y el hecho de que disturba metales pesados de agua con lodo.</p> <p>Los fosfonatos tienen un fuerte P-C de unión y son por lo tanto no biodegradables (tanto en condiciones aeróbicas o anaeróbicas). La degradación foto catalítica se observa. La velocidad que los fosfonatos forman complejos con los metales pesados es bastante alta, lo que resulta en cantidades muy pequeñas de concentraciones libres de metales pesados en el efluente. Los fosfonatos en gran parte se unirán al lodo, el cual limita el potencial de reutilización. También significa que solamente cantidades muy pequeñas de fosfonatos se vierten a las aguas receptoras.</p> <p>Los ácidos policarbónicos pueden ser fácilmente degradados y no causan problemas con respecto a la reutilización de los lodos.</p> |
| Salud Laboral / Preocupaciones de Seguridad | Ninguna |

| | |
|---|---------|
| Preocupaciones de Seguridad del Consumidor. | Ninguna |
|---|---------|

3.7 Abrillantadores Ópticos

| | |
|--|--|
| Composición | Derivados del estilbena. Auxiliares de formulación son dispersantes y glicoles. |
| Uso | Los abrillantadores ópticos a menudo cuando el blanqueamiento no es suficiente para lograr el nivel requerido de blancura es una tela. |
| ¿Cómo se aplica? | Un proceso de acolchado se suele utilizar para aplicar abrillantadores ópticos. |
| Impactos Ambientales | Debido a las cantidades pequeñas de aplicación de abrillantadores ópticos se espera que tengan un impacto insignificante. |
| Salud Laboral/Preocupaciones de Seguridad | Ninguna más allá del uso de las protecciones laborales normales. |
| Preocupaciones de Seguridad del Consumidor | Ninguna. |

3.8 Tintes (Colorantes)

3.8.1 Clasificación de Colorantes

Los colorantes utilizados en la industria textil pueden primero dividirse en **materias colorantes** (materiales solubles) y **pigmentos** (materiales insolubles). En segundo término, los colorantes pueden organizarse según sus

aplicaciones tecnológicas – colorantes reactivos, colorantes dispersos, colorantes tina, colorantes con mordiente, colorantes ácidos/básicos, colorantes directos, colorantes metal-complejos y pigmentos.

En resumen, los tintes se pueden clasificar según su composición química (Radical-azo, antraquinona, sulfuro, tripenilmentano, índigo, ftalcianina) o, según a su comportamiento en los procesos de teñido.

La mayoría de los colorantes utilizados en la industria textil son solubles. Los más claros son los tintes azo (70-80 %). La mayor parte de los pigmentos en el mercado son los pigmentos azo, seguidos por los ftalcianinas.

Cerca de las materias colorantes descritas en este documento se usan corrientemente en la industria textil y no pueden ser sustituidas fácilmente, dado que cada una tiene su particular beneficio cuando se la compara con otras. Por ejemplo, para el teñido de la celulosa, las tinturas que comúnmente se utilizan son la directa y reactiva. Las tinturas reactivas permiten sombras brillantes y su funcionamiento es excelente. Sin embargo, las tinturas directas son, a veces, utilizadas para teñir celulosa (aún cuando la solidéz del color es mucho peor que el de los colorantes reactivos), porque la tintura directa involucra en proceso rápido y a bajo costo.

Tabla 3.1: Aplicación de diferentes tipos de tinturas aplicadas a varios tipos de telas.

| | CO Algodón | Lana | LI Lino | SI Sisal | CV Viscosa | CA Acetato Celulósico | PA Poliamida | PES Poliéster | PAC Polyacrylo Nitrilo |
|-------------------------------|---------------|---------------|------------|-------------|---------------|-----------------------------|-----------------|------------------|------------------------------|
| Acido (Anionico) | | X | | X | | | X | | X |
| Mordiente (Cromo) | | X | | | | | X | | |
| Básico (Catiónico) | | | | | | | | | X |
| Metal Complejo | | X | | X | | | X | | |
| Directo | X | X (Mezcla) | X | X | X | X | | | |
| Tina | X | X | X | | X | X | X | | |
| Sulfuro | X | | X | | X | X | | | |
| Azoico Insoluble | X | | X | | X | X | | | |
| Reactivo | X | X | X | X | X | X | X | | |
| Disperso | | | | | | X | X | X | |

3.8.2 Tinturas Básicas o Catiónicas

Las tinturas básicas (o catiónicas) se utilizan para obtener colores brillantes. Típicamente sobre las fibras de poliacrilonitrilo. La obtención de un rápido teñido sobre las fibras poliacrilonitrilo es excelente. Sin embargo, cuando se aplica en la celulosa, las tinturas básicas la solidéz del color es pobre a la luz y el fregado.

Los colorantes básicos se pueden disolver en agua, pero en ácido acético resultan mejor. Se disuelven primero en ácido acético y luego mezcladas con agua caliente en orden de evitar que se le adicione moléculas de la tintura o colorante. Para obtener información sobre los impactos ambientales, ver Sección 3.8.12.

3.8.3 Colorantes Ácidos o Aniónicos

Los colorantes ácidos (o, aniónicos) son utilizados para teñir proteína, poliamida y fibras poliacrilonitrilo. La solidéz del color a la luz y al lavarse va de pobre a muy bueno dependiendo de la estructura química del colorante.

Los colorantes ácidos son fácilmente disueltos en agua. El baño de tintura en el cual se disuelven tienen un ácido denominado pH. Para más información sobre impactos ambientales, ver Sección 3.8.12.

3.8.4 Colorantes con Mordiente

Los colorantes Mordientes pueden ser clasificados como tintes ácidos, pero debido a la tecnología que se utiliza, son una categoría independiente de tintes. Las moléculas del colorante no contienen cromo, sin embargo, el cromo está presente en la sal usada para fijar el colorante sobre las fibras.

Las sales más comúnmente usadas en este proceso son: potasio dicromato, cromato de potasio y dicromato de sodio.

Las tinturas o colorantes Mordientes se utilizan para teñir proteína y fibras poliamidas. Se mezcla sal de cromo con el baño del tinte para fijar el colorante a la fibra. La solidez del color a la luz y en el lavado es excelente.

El impacto ambiental asociado con el cromo depende de su estado de oxidación. En su forma hexavalente, el cromo es 100 a 1000 veces más tóxico que los compuestos trivalentes más comunes. El **cromo III** exhibe toxicidad aguda baja, mientras que el **cromo VI** es agudo tóxico y se ha comprobado que es cancerígeno en animales.

Debido a su alta efectividad y a sus excelentes propiedades de agotamiento del baño del tinte, el cromo que contiene los tintes le otorga un impacto relativo al medio ambiente a través de los afluentes del agua.

El **cromo VI** es sólo utilizado (y es difícil de reemplazarlo) como un tinte mordante para el teñido de la lana. Durante el proceso del teñido, el cromo VI se reduce a cromo III si el proceso está bajo control. Si el tinte contiene cantidad del colorante controlada y la cantidad exacta de pH cuando se usa el colorante mordante pueden aún reunir los requerimientos establecidos en la legislación alemana según el criterio para el agua de desperdicio que equivale a 0.5 ppm del total del afluente.

Para más información sobre el impacto ambiental, ver Sección 3.8.12.

3.8.5 Tintes de Metal Complejo

Los tintes de metal complejo están compuestos por un átomo metálico a la cual se enlazan unas o más moléculas del colorante. Estos colorantes son típicamente sobre proteínas y fibras poliamidas.

Los tintes de metal complejo 1:1 (señala una molécula del colorante enlazado al átomo metálico) se aplican en soluciones fuertemente ácidas. Los tintes complejos 1:2 (señala dos moléculas del colorante enlazadas al átomo metálico) se aplican en el hilo neutro o débil de la solución ácida (pH 5 – 6.5).

Los tintes o colorantes complejos del metal, algunas veces, utilizan **cromo III** para el átomo metálico. Las consecuencias para el medio ambiente asociadas al cromo dependen de su estado de oxidación. El **cromo III** exhibe toxicidad aguda baja, mientras que el **cromo VI** es agudo tóxico y se ha demostrado su capacidad cancerígena en animales. Debido a la alta eficacia y a las propiedades excelentes del agotamiento del baño de tinte, el cromo que contiene tintes tiene un impacto relativo bajo en el medio ambiente a través de los afluentes del agua. Cuando se utilizan metales complejos en tintes, todo aquel usando 0.5 ppm de cromo en la solución, pudiese, incluso cumplir con estrictas leyes Alemanas referentes a aguas de desecho.

Para más información acerca del impacto ambiental, ver Sección 3.8.12

3.8.6 Colorantes Directos

Los colorantes directos son principalmente utilizados para teñir fibras de celulosa y, como los colorantes aniónicos, los tintes directos tienen características ácidas. La solidez del color al lavarse es pobre, mientras a la luz el rango va de pobre a excelente. Los tintes directos son a veces utilizados para teñir fibras que contienen proteína (especialmente en mezclas).

Los colorantes directos se aplican a las fibras con base de celulosa directamente sin auxiliares mordientes. Para más información, sobre los impactos ambientales, ver Sección 3.8.12.

3.8.7 Colorantes Tina

Los colorantes Tina se utilizan principalmente para las fibras de celulosa. A veces, son utilizadas sobre en fibras de proteína y de poliamida. Para más información sobre los impactos ambientales, ver Sección 3.8.12.

3.8.8 Colorantes o Tintes del Sulfuro

Los tintes del sulfuro se componen de las estructuras amino y fenólico limitadas a los compuestos del sulfuro y tienen alto peso molecular. Muchos otros tintes contienen sulfuro en sus moléculas, pero solo las tinturas que son solubles en agua y solubles al sulfuro de sodio en un ambiente alcalino pertenecen a esta clase. Su composición exacta no es siempre conocida porque están hechas de sustancias complejas.

Las tinturas de sulfuro son normalmente utilizadas sobre fibras de celulosa, especialmente en algodón. Éstas no presentan sombras brillantes en la celulosa, pero son de bajo costo y proveen buena solidez en el color al lavarse. La solidez en el color va de pobre a excelente.

Para más información, ver Sección 3.8.12.

3.8.9 Colorantes de Naftol

Los tintes o colorantes de naftol son insolubles al las tinturas sintetizadas azo a partir de dos componentes sobre la fibra en sí misma (principalmente algodón); por lo tanto, también se las denomina *colorantes en desarrollo*. Las fibras son tratadas con componentes diazo (también llamadas sales y bases libres de diazonio) y los componentes del acoplador (principalmente derivado del beta-naftol) los cuales reaccionan para que actúe el azo cromóforo (parte de la molécula responsable del color).

El colorante naftol es insoluble en agua, y por lo tanto, la solidez del color frente al lavado es buena. Por otra parte, la solidez del color en el fregado es pobre porque estos colorantes depositan una estructura del pigmento en la fibra. La solidez del color a la luz reacciona en valores altos y se alcanzan sombras brillantes. Los colorantes naftol son utilizado mayormente para obtener los colores anaranjado, rojo y magenta. Un especial grupo de dispersión/desarrollo de los tintes – los tintes diazo de la dispersión – se utilizan para teñir el poliéster.

En la actualidad, cerca del 70 % al 80 % de los tintes pertenecen a los grupos de los tintes azo. Bajo condiciones reducidas, estos tintes pueden producir las aminas, algunas de las cuales son cancerígenas. Una lista de aminas cancerígenas en los cuales las tinturas azo pueden dividirse o partirse se observa en la Tabla 3.2.

Mientras algunos países han prohibido la venta de las tinturas del textil que pueden formar las aminas cancerígenas, más de 100 tinturas azo con dicho potencial, todavía están disponibles en el mercado mundial. Para más información sobre impactos ambientales, ver Sección 3.8.12.

**Tabla 3.2: Aminas Cancerígenas
(Números CAS)**

| Tabla 3.2: Aminas carcinogénicas (Número CAS) | | | |
|--|---------------------------------------|----|---|
| (Basado en las normas internacionales) | | | |
| 1 | 4-amino bifenilo (92-67-1) | 13 | 3,3'-dimetil-4,4'-diaminodifenilmetano (838-88-0) |
| 2 | Bencidina (92-87-5) | 14 | 2-methoxy-5-methylaniline (120-71-8) |
| 3 | 4- cloro-o-toluidina (95-69-2) | 15 | 4,4'-metileno-bis-(2-cloroanilina) (101-14-4)t |
| 4 | 2- naftilamina (91-59-8) | 16 | 4,4'- oxidianilina (101-80-4) |
| 5 | p-cloroanilina (106-47-8) | 17 | 4,4'- tiodianilina (139-65-1) |
| 6 | 2,4-diaminoanisol (615-05-4) | 18 | o-toluidina (95-53-4) |
| 7 | 4,4'- diaminodifenilmetano (101-77-9) | 19 | 2,4-toluendiamina (TDA) (95-80-7) |
| 8 | 3,3'- diclorobencidina (91-94-1) | 20 | 2,4,5- trimetilanilina (137-17-7) |
| 9 | 3,3'- dimetoxibencidina (119-90-4) | 21 | o-aminoazotoluene (97-56-3) |
| 10 | 3,3'- dimetilbencidina (119-93-7) | 22 | 2-amino-4-nitrotolueno (99-55-8) |
| 11 | 4- aminoazobenceno (60-09-3) | 23 | o-anisidina (90-04-0) |
| 12 | 2,4- xilidina (95-68-1) | 24 | 2,6- xilidina (87-62-7) |

(Basado en regulaciones internacionales)

3.8.10 Colorantes Reactivos

Los colorantes reactivos utilizan un cromóforo unido a un sustituyente que sea capaz de reaccionar directamente con el substrato de la fibra. Los cromóforos son principalmente el azoico, la antraquinosa o moléculas complejas del metal. Las cortinas del azul marino y turquesa devienen del cobre o de complejos del níquel de fitalocianinas. Las tinturas reactivas de las fibras han sido sustituidas en gran parte los tintes directos, azoicos y de la tina en fibras de teñido de la celulosa.

Algunas clases son también convenientes para las fibras de poliamida y de la proteína. Las tinturas reactivas forman vínculos químicos asociados o covalentes con la fibra, dando características excelentes en materia de solvencia de color.

La molécula del colorante se compone de dos segmentos – la parte reactiva y la cromófora. La reactiva, puede ser cualquiera de las variadas clases de moléculas – e. g., vinilsulfona, clorotriazina, fluoro pirimidina, cloro pirimidina, fluoro pirimidina cloro. La más comúnmente usada es la molécula reactiva vinilsulfona. Las tinturas reactivas bi-funcionales tienen características y flexibilidad más altas de la reactividad con respecto a parámetros de variados procesos. Estos se componen de dos diversos grupos reactivos (uno es típicamente una vinilsulfona). Los valores de la fijación aumentan hasta el 85/90 % con el uso de tinturas reactivas bi-funcionales.

Las tinturas reactivas son fácilmente solubles al agua, pero tienen buenas propiedades de solidéz en el color (excepto cuando se usa cloro) debido al vínculo químico fuerte. Los colores brillantes pueden ser obtenidos.

Las tinturas reactivas pueden contener altos porcentajes (en peso) de halógenos, los cuales usualmente dejan la molécula después de haberse formado un enlace covalente con la fibra y el extremo como sales en el baño de la tintura o, en el baño que sirve para aclarar. Para más información, ver Sección 3.8.12.

3.8.11 Colorantes de Dispersión

Las tinturas de dispersión están compuestas por componentes orgánicos las cuales no son solubles al agua pero pueden ser dispersados en el agua con la ayuda de auxiliares específicos.

Los colorantes dispersos son a menudo para las fibras de poliéster, acetato y poliamidas. La solidéz del color a la luz es generalmente buena, mientras la solidéz al lavado depende de la estructura de la fibra a la cual se aplica la tintura.

Los colorantes dispersos pueden ser aplicados a la fibra a través de diferentes tecnologías:

- i).- Uso directo de la dispersión del agua ayudado por las sustancias del portador a temperaturas por debajo de los 100 grados centígrados.
- ii).-Uso directo por encima de los 100 grados centígrados
- iii).- Aplicación a través de la solubilización de la tintura en la fibra a altas temperaturas (e.g. proceso sThermool).

Los colorantes dispersos pueden tener efecto de tipo alérgico. Tabla 3.3 listas de tinturas las cuales pueden causar sensibilidad. Además de la irritación de la piel, pueden suscitarse problemas respiratorios y nasales y picazón en los ojos.

Para más información sobre los impactos ambientales, ver Sección 3.8.12.

| Tabla 3.3: Tintes Sensibilizantes | |
|--|--|
| Agente químico | Color-Nombre-Índice |
| Antraquinona | Rojo Disperso 11, 15 Azul Disperso 1, 3, 7, 26, 35 |
| Tintes Azoicos | Rojo Disperso 1, 17 Azul Disperso 102, 124 Naranja Disperso 1, 3, 76 |
| Colorantes Nitro | Amarillo Disperso 1, 9 |
| Metino | Amarillo Disperso 39, 49 |
| Quinoleína | Amarillo Disperso 54, 64 |
| Trifenilmetano | Ácidos Violeta 17 |
| Otros | Cromato |

3.8.12 Impactos Ambientales de los Colorantes

Una de las mayores causas de polución en las tinturas está asociada con la falta de fijación de la misma la cual es consecuentemente desechada en el agua residual. Tabla 3.4, enumera el grado de fijación de los tipos de tinturas a través de tres procesos (teñido a la continua, estampado y teñido por lote).

Tabla 3.4: Niveles Promedio de Agotamiento

| Tabla 3.4: Niveles Promedio de Agotamiento | | |
|---|----------------|------------------------------|
| C = Teñido a la Continua, P = Estampado, B= Teñido por Lote | | |
| Tipo de tinte | Proceso | Grado de fijación (%) |
| Disperso | C | 88 – 99 |
| Disperso | P | 91 – 99 |
| Directo | B | 64 – 96 |
| Reactivo de lana | B | 90 – 97 |
| Reactivo de algodón | B | 55 – 80 |
| Reactivo general | B | 55 – 95 |
| Reactivo general | P | 60 |
| Tina (Vat) | C | 70 – 95 |
| Tina | P | 70 – 80 |
| Azufre | C | 60 – 90 |
| Azufre | P | 65 – 95 |

| | | |
|------------------------------------|---|----------|
| Ácido – uno SO ₃ -grupo | B | 85 – 93 |
| Ácido ->1 SO ₃ -grupos | B | 85 – 98 |
| Básico (Catiónico) | B | 96 – 100 |
| Azoico (naftol) | C | 76 – 89 |
| Azoico (naftol) | P | 80 – 91 |
| Complejo metálico | B | 82 – 98 |
| Pigmento | C | ≈100 |
| Pigmento | P | ≈100 |

El teñido a la continua resulta en rangos más bajos de descarga de aguas residuales que el teñido por lote debido a usar relaciones de baño más bajas. Los rangos de descarga de aguas residuales para estampar son similares a éstas para el teñido continuo.

Los colorantes o tintes que no se agotan o se fijan totalmente en la fibra, o reciclados, se descargan consecuentemente en el afluente de aguas residuales. Estos tienen un alto impacto visual, y dependiendo de cómo son los colorantes pueden tener alguna de estas características:

Una alta carga de los compuestos orgánicos (usualmente expresados en altos valores de DQO (Demanda Química de Oxígeno) y DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), altos valores de AOX (Haluros Orgánicos Absorbibles) y metales pesados tales como el cobre, zinc, cromo y níquel que son tóxicos al ambiente. A raíz de que los colorantes se diseñan para ser estables en textiles, no son normalmente bio-degradables bajo condiciones aeróbicas. Cabe destacar que, la fórmula de las tinturas contienen aproximadamente 30 % de tintura pura, por lo tanto la mayoría de las fórmulas consisten en agentes de dispersión que no son bio-degradables (e.g. productos de condensación del ácido sulfónico de naftalina) y agentes estandarizados.

Los colorantes modernos y los agentes abrillantadores son moléculas orgánicas cromóforas grandes que son difíciles de romper y se oxidan a un ritmo muy lento, y algunos---particularmente colorantes reactivos hidrolizados y algunos colorantes ácidos---no son fácilmente absorbidos por la activación del lodo (desechos textiles) en el proceso del tratamiento de aguas residuales.

Otras causas de polución en relación al uso de auxiliares los cuales se agregan antes o durante el teñido permiten y/o el proceso de teñido. (ver Sección 3.8). Estos auxiliares pueden contribuir a la eutrofización de las aguas superficiales aumentando concentraciones del fósforo y del nitrógeno.

3.9 Auxiliares de Tintura – Su composición

| | |
|---------------------|---|
| Composición | <p>Las siguiente lista representa un número de sustancias que se usan en el teñido de telas,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sal (NaCl) • Acido Sillico • Sulfitos,sulfuros, tiosulfatos • Sulfatos • Dicromatos • Fosfatos, boratos <p>Las siguientes sustancias son de origen orgánico,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acido Acético, acetatos • Acido fórmico <p>Por favor refiérase a la Tabla 3.5 para una lista de sustancias auxiliares que se usan en el teñido de telas en la Industria Textil</p> |
| Uso | <p>Los auxiliares de teñido más comunes son agentes de igualación que son empleados para mejorar la distribución uniforme del colorante en el tejido. Humectantes, agentes de penetración, Desaireación, agentes dispersantes, ácidos, agentes antiespumantes, son usados como auxiliares en el teñido de telas.</p> |
| ¿Cómo Aplicar? | <p>Auxiliares se aplican con los colorantes en baños de agotamiento o en un proceso por padeo o foulard (tittura con pigmentos). El modo de aplicación principal para el teñido y la aplicación de colorantes es por padeo, impregnación o foulard - esto tiene la ventaja de un pick-up bien definido y uniforme, menos consumo de energía y agua, y menos aguas residuales.</p> |
| Impacto Ambientales | <p>Muchos ácidos se neutralizan durante el teñido / aclarado y se desechan como sales. Casi todas las sustancias activas orgánicas se desechan a las aguas residuales. Algunas son bastante biodegradables y otras no lo son, sin embargo, las sustancias se eliminan para ser tratadas como aguas residuales (desecho industrial) Los productos de la descomposición biológica de los APEO's conocidas como</p> |
| | <p>(Alquilfenoles Etoxilados) en las aguas residuales, son tóxicos para los peces y recientemente se ha identificado como un disruptor endocrino débil (alquilfenol).</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Salud Laboral / Preocupaciones de Seguridad</p> | <p>Debido a la baja presión de vapor de las sustancias en el baño de tintura, las emisiones a la atmósfera son bajas, pero aún deben ser observadas en el área de trabajo. Durante el proceso de tintura con pigmentos, estas sustancias se liberan en el aire en cantidades más altas durante el secado.</p> <p>Los componentes tales como los ftalatos o ésteres aromáticos (por ejemplo, como sistemas portadores, agentes de nivelación o aceleradores de penetración) y olor intenso ácidos (ácido acético, ácido fórmico) pueden ser liberados en secado/acabado y tienen que ser tomados en consideración en las áreas de trabajo.</p> <p>Procesos que mejoran la capacidad de teñido de poliéster (por ejemplo, en el teñido de lana / poliéster mezclas) tienen el potencial de liberación de gas durante el proceso de secado y acabado. Ellos contienen emulsionantes (10 % - 30%), disolventes (0% - 10%) y sustancias activas, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alquilo Ftalimida • Esteres del ácido benzoico /-éteres, incluyendo cloruro de bencilo como impureza • Clorobencenos y toluenos • Difenil • Esteres del ácido ftálico • Hidrocarburos aromáticos como tolueno y benceno <p>Tenga preocupación al exponerse a estas sustancias.</p> |
| <p>Preocupaciones de Seguridad del Consumidor</p> | <p>Las sustancias mencionadas anteriormente, también se pueden encontrar en concentraciones residuales relativamente altas en productos textiles, dependiendo del proceso y / o después de-desengrasar y / o la eficacia del secado.</p> |

| Tabla 3.5: Sustancias activas de los productos auxiliares de teñido encontrados en acabados textiles | |
|---|---|
| Sustancias | Grado de Biodegradabilidad |
| Etoxilatos de alcoholes grasos | Fácilmente biodegradable |
| Alquifenoles Etoxilados | Sólo biodegradación primaria, metabolitos tóxicos |
| Aminoácidos grasos Etoxilados | Difícilmente biodegradable |
| Naftaleno sulfónico ácido –condensación de productos | (Casi) no es biodegradable |
| Aceleradores de teñido (transportistas, agentes de nivelación) | Varía considerablemente |
| Dispersiones de polímero / poliamidas | Difícilmente biodegradable, eliminable (pueden absorberse en los lodos) |
| Sulfatos / Sulfonatos | Sólo un tanto biodegradables |
| Ésteres de fosfato | Fácilmente biodegradable |
| Compuestos de poliamina | Eliminable (pueden absorberse en los lodos) |

| | |
|---|--------------------------|
| Ácido carbónico, ésteres, alcoholes, ácidos grasos amidas | Fácilmente biodegradable |
|---|--------------------------|

3.10 Auxiliares de Estampado

3.10.1 Estampado con Pigmentos

| | |
|-----------------------------|---|
| Composición | Pigmentos inorgánicos y orgánicos se utilizan como colorantes. Asimismo, agentes espesantes, aglutinantes, plastificantes, agentes de ajuste, emulsionantes todas se pueden incorporar en la pasta de pigmento. |
| Uso | El proceso de estampado con pigmentos se utiliza para aplicar un patrón de color específico para un tejido. |
| ¿Cómo Aplica? | El estampado con pigmentos utiliza un proceso parecido a impregnación. Pasta pigmentaria se aplica a la superficie de la tela en un patrón definido y entonces se seca sobre la tela en un horno. Los componentes volátiles se liberan como las emisiones al aire, pero espesantes, ligantes, reticulantes y pigmentos de tinte permanecen en la tela. (Consulte la sección 4.6.2.2.) |
| Impactos Ambientales | <p>Hay grandes cantidades (un promedio de 10%) de los hidrocarburos en los ligantes usados para estampados con pigmentos a base de "aguarrás mineral". Estos se liberan normalmente en las emisiones al aire e incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • hidrocarburos alifáticos (C₁₀ - C₂₀) • monómeros como acrilatos, acetato de vinilo, estireno |
| | <ul style="list-style-type: none"> • monómeros como acrilonitrilo, acrilamida, butadieno • alcoholes, ésteres, polioles • formaldehido • ésteres del ácido fosfórico • benceno como impureza a partir de hidrocarburos superiores • amoníaco (por ejemplo, descomposición de la urea, reacción de biuret) <p>Impresión "Plastisol" utiliza un aditivo adicional (un componente plastificante tal como un ftalato en el aglutinante para crear estar basados en poliácridatos, poliuretanos o PVC, que representa un riesgo de encontrar disocianatos, acrilatos y cloruro de vinilo en los productos textiles.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Salud Laboral / Precauciones de Seguridad</p> | <p>Debido a la variedad de productos químicos utilizados, los valores límite de exposición profesional para el lugar de trabajo deben ser evaluados por lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formaldehído • Acrilatos • Acetato de vinilo • Estireno • Acrlonitrilo • La Acrilamida • 1,3-butadieno • 2-vinil-ciclo-hexeno • 2-fenil ciclo-hexeno • 2-ciano ciclo-hexeno • Benceno • Los hidrocarburos, alcoholes • Dióxido de azufre • Amoníaco • Polvo |
| <p>Precauciones de Seguridad para el Consumidor</p> | <p>Cuando la tela se somete a un proceso de pigmentación ,residuos de pigmentación (Orgánicos o inorgánicos) permanecen en la tela. Todos los aglutinantes de pigmentos mencionados anteriormente también pueden permanecer en diversas concentraciones residuales en los productos textiles impresos. Cuando los sistemas de aglutinantes se basan en poliacrilatos, poliuretanos o PVC, existe el riesgo de encontrar disocianatos, acrilatos y cloruro de vinilo en los productos textiles.</p> <p>Nota: En todos los casos en que los poliuretanos se utilizan como aglutinante, hay un alto riesgo de resultados falsos-positivos, por lo general para las aminas aromáticas 2,4 TDA y MDA. Este es un resultado de la estructura de Poliuretanos (que se basan principalmente en el disocianato de 2,4 - y 2,6-TDI y MDI - revise el RSL mundial para la identificación precisa). Estos poliuretanos contienen siempre una cierta cantidad de oligómeros, que se puede extraer de la película de revestimiento. Bajo las condiciones analíticas dadas para la detección de aminas aromáticas de colorantes azoicos, es inevitable que a partir de estos oligómeros, primero los disocianatos luego las aminas correspondientes se formarán, especialmente cuando se utiliza el GC / MS método de detección.</p> <p>Esto también puede ocurrir cuando la impresión del pigmento en tejidos a base de poliuretano, tales como todo tipo de materiales elásticos por lo general a base de fibras como Elasthan [™] (DuPont) o Dorlastan [®] (Bayer),pero también puede ocurrir en materiales genéricos ("sin nombre").</p> |

3.10.2 Proceso de Estampado sin Pigmentos

| | |
|-----------------------------|---|
| Composición | <p>Los mismos colorantes utilizadas para procesos de tintura pueden utilizarse para la estampación de no-pigmento (véase la sección 3.7, más arriba).</p> <p>Auxiliares de estampado incluyen agentes espesantes, agentes solubilizantes, donantes de ácido, antiespumantes, aceites de estampado, agentes para el post tratamiento, agentes oxidantes y agentes reductores.</p> |
| Uso | <p>Procesos de estampado sin pigmentos usan colorantes aplicados en ciertos patrones para lograr efectos específicos en tejidos.</p> |
| ¿Cómo Aplica? | <p>Los colorantes se estampan sobre la tela y después curados en un horno secador; le sigue un proceso de lavado. Agentes auxiliares se aplican con colorante en un proceso de estampado con colorantes de un solo paso o de dos pasos (impregnar-secar-impregnar-vaporizar). Como consecuencia, todos los materiales no-volátiles se descargan a las aguas residuales.</p> |
| Impactos Ambientales | <p>Los impactos ambientales asociados con este proceso es debido a la descarga de desecho a aguas residuales. Los químicos desechados incluyen,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Urea (agente hidrotópico, aglutinante de Formaldehído) (contribuye al contenido de nitrógeno en las plantas de tratamiento) • Sales inorgánicas • Los sulfatos, sulfitos (por ejemplo, agentes reductores) • Polímeros (ligante para la impresión del pigmento) • Los polisacáridos (espesante) • Glicerina / polioles (agente anticongelante / mantiene contornos afilados) • emulsionantes • alcoholes de polivinilo (usado como mantilla de impresión) |

| | |
|--|---|
| | <p>adhesiva) (Mala biodegradabilidad y baja eliminación a bajas temperaturas (<15 ° C) en las plantas de tratamiento debe ser considerado.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • El nitrobenzeno sulfónico (reducido a un sulfonato aminobenzeno) (mantener fuerte contornos) (Buen grado de biodegradabilidad) • Hidrocarburos alifáticos (por ejemplo, ligantes, espesantes y aguarrás mineral para el estampado con pigmentos). |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | <p>Debido a la variedad de productos químicos utilizados, los valores límite de exposición profesional para el lugar de trabajo deben ser evaluados por el lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formaldehído • Acrilatos • Acetato de vinilo • Estireno • Acrilonitrilo • Acrilamida • 1,3-Butadieno • 2-Vinil-Ciclohexeno • 2-Hexeno-Ciclofenil • 2-Ciano-Ciclohexeno • Benceno • Los hidrocarburos, alcoholes • El dióxido de azufre • amoníaco • Polvo |
| Precauciones de Seguridad para el Consumidor | Ninguna |

3.10.3 Agentes de Recubrimiento

3.10.3.1 Revisión de los Impactos Ambientales de los Agentes de Recubrimiento

El proceso de recubrimiento, aplicado en un proceso de impregnación por foulard o por padeo, tiene un mínimo impacto en las descargas de aguas residuales. La atención debe centrarse en impactos que devienen de los agentes de recubrimiento que contaminan la atmósfera del exterior, niveles de seguridad y salud en el lugar de trabajo, y la salud del consumidor final. En donde se usan polímeros halogenados, puede haber cortas pero pronunciadas descargas de AOX (Halogenuros Orgánicos). El impacto de descargas de **ftalato** debe ser considerado por sus efectos cancerígenos, teratogénicos, y efectos de la alteración hormonal.

3.10.3.2 Revisión de la Seguridad del Consumidor asociada a los Agentes de Recubrimiento

Todas las sustancias detalladas bajo "Composición" en la sub-sección abajo permanecerán en el la

película o capa de recubrimiento dependiendo de su grosor, de la volatilidad de la sustancia, y de la eficacia del secado del horno. Concentraciones residuales en la tela en el rango de 0.1 a 1 % es posible, si por ejemplo, los solventes como el **DMF**, **DMA** o, el **NMP** están implicados.

3.10.3.3 Polvos de Recubrimiento

| | |
|-------------------------|---|
| Composición | Polvos de recubrimiento pueden consistir de polietileno y otros compuestos comparables: poliamida 6, poliamida 6,6, copoliamidas, poliéster, poliuretano, cloruro de polivinilo, polytetrafluoroethene y otros. |
| Uso | Los polvos de revestimiento se utilizan normalmente en la industria textil para la construcción de prendas de vestir, que no son necesariamente visible a el consumidor. |
| ¿Cómo se Aplica? | Recubrimiento en polvo se aplica utilizando algún tipo de pulverizador, se fija al componente textil en un horno de secado. |

| | |
|---|---|
| <p>Salud Laboral / Precauciones de Seguridad</p> | <p>Cuando se usan polvos de recubrimiento, el potencial de explosiones y emisiones de polvo en el lugar de trabajo y en el sistema de ventilación deben ser considerados.</p> <p>En especial cuando se hace circular el polvo durante el procesamiento, es importante ser consciente de la acumulación de polvo fino.</p> <p>Concentraciones en el lugar de ϵ-caprolactama tienen que ser consideradas sobre todo debido a la inhalación de caprolactama gaseoso, ya que puede causar trastornos respiratorios.</p> <p>Todas las poliamidas basado en lactamas (por ejemplo, lauril-lactama) puede causar efectos similares.</p> <p>Atención especial tiene que ser tomada con los polvos basado en alquenos perfluorados como PTFE (politetrafluoroetileno) o similares.</p> <p>A temperaturas de sinterización > 380 ° C se liberar pequeñas cantidades de mezclas de sustancias altamente tóxicas en el aire (por ejemplo, perfluoroisobutileno, fluoro-radical-compuestos orgánicos), que puede causar síntomas de la gripe reversibles (fiebre fluoropolímero) y otros, más efectos graves para la salud.</p> <p>Todos los polvos pueden liberar suavizantes (normalmente ftalatos). En el presente, existen complejos moleculares como dinonilo o didecil-, se prefieren dodecyl-ftalatos, que por el momento no se consideran tan problemáticas como dietil hexilo-de dibutilo-, ftalato-butil-bencilo.</p> <p>Si se utilizan polvos de PVC que son expuestos a temperaturas altas, tenga en cuenta la posibilidad de la formación de dioxinas y cloruro de vinilo.</p> |
| | <p>Respete los límites de exposición en áreas de trabajo.</p> |
| <p>Preocupaciones de Seguridad del Consumidor</p> | <p>Consulte la Sección 3.10.3.2.</p> |

3.10.3.4 Revestimiento a base de Agua

| | |
|-------------------------|---|
| Composición | <p>Las pastas de revestimiento a base de agua incluyen las sustancias mencionadas anteriormente en "polvos de recubrimiento" y las dispersiones de polímeros y resinas de melamina descritos en las dos tablas a continuación, así como agentes auxiliares de formulación, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agentes dispersantes (agentes tensioactivos, etoxilatos de alquilfenol) • Agentes solubilizantes (glicoles, N-metilpirrolidona, aceites minerales) • Agentes espumantes (aceites minerales, ácidos grasos, sales de amoníaco de ácidos grasos) • Suavizantes (ftalatos como DBP, BPP, DEHP, DNP, DINP, etc., sulfonamidas) • Espesantes (poliacrilatos), amoníaco (50% en agua) |
| Uso | <p>Las pastas de revestimiento a base de agua se utilizan para proporcionar a los tejidos con una textura o apariencia (por ejemplo, brillo) deseada.</p> |
| ¿Cómo se Aplica? | <p>Las pastas de revestimiento están hechas para adherirse a la tela utilizando calor y presión (por ejemplo, rodillos, un cuchillo); la tela se hace pasar luego a través de un horno para curar y eliminar los disolventes volátiles antes del enfriamiento.</p> |

| | |
|---|--|
| Impactos Ambientales | <p>Los impactos ambientales de la fase acuosa Las formulaciones resultan predominantemente (excepto PA 6) de la formulación de auxiliares Se trata principalmente de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los surfactantes (alcoholes / ácidos / aminas grasas) • Emulsionantes (glicoles) • Dispersantes (alquilfenoles, éteres de glicol) • Agentes hidrotropicos (hidrocarburos alifáticos) • Solventes (N-metilpirrolidona, etc.) • Los agentes espumantes (ácidos / sales grasos, amoníaco) • Suavizantes / plastificantes (ftalatos, sulfonamidas / ésteres, ácido acrílico, acrilatos) • Espesantes (hidrocarburos alifáticos, benceno, amoníaco) <p>Las emisiones de gases residuales de las pastas de revestimiento normalmente exceden los límites de ventilación, por lo cual sistemas de control de emisión son indispensables.</p> <p>Véase también la Sección 3.10.3.1.</p> |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | Límites de exposición laboral deben ser controlados tanto para las sustancias activas y para los agentes auxiliares de formulación. |
| Precauciones de Seguridad para el Consumidor | Consulte la Sección 3.10.3.2 |

Recubrimientos a base de agua puede incluir **dispersiones de polímeros**

| | |
|--------------------|--|
| Composición | <p>Las dispersiones de polímero están hechas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poli (met) acrilato de (butil, etil, metil, etc) • El ácido poliacrílico • Poliacionitrilo • Poliacrilamida • Poli 1,3-butadieno • Poliestireno • Poliuretano (isocianato) • Cloruro de polivinilo y comparables • Acetato de polivinilo • Copolímeros de los polímeros anteriormente mencionados |
|--------------------|--|

| | |
|--|--|
| <p>Salud Laboral / Precauciones de Seguridad</p> | <p>Lo más preocupante son las emisiones que surgen de reacciones incompletas de monómeros en el tratamiento (ver Tabla 3.6):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acrilatos como ácido acrílico, acrilato de butilo, acrilato de etilo, acrilato de metilo, acrilato de etil hexilo y acetato de vinilo. Estos son a menudo sensibilizadores, por lo tanto las emisiones de los lugares de trabajo tienen que ser monitoreados cuidadosamente. En la mayoría de los casos, el acabador textil no está consciente del potencial de estas emisiones debido a que, debido a su baja concentración, el auxiliar no es incluido en la información del producto. • Monómeros cancerígenos como acrilonitrilo, cloruro de vinilo, acrilamida, 1,3-butadieno y 2-vinil ciclo hexeno. La acrilamida tiene características neurotóxicas, también. <p>Los límites de exposición ocupacional deben ser monitoreados.</p> <p>La superación de los valores límite de emisión no es una preocupación especial con estas sustancias ya que estos monómeros se mantienen en un filme de revestimiento, pero cierta cantidad se emitirán en el área de revestimiento. Sin embargo, algunos de estos monómeros tienen un olor intenso, por lo cual pueden ser identificados fácilmente.</p> <p>Incluso, este problema se puede resolver mediante la instalación de un equipo de evaporación y / o ventilación de aire de escape. También en este caso se debe implementar un programa de reducción de monómero residual.</p> |
| <p>Precauciones de Seguridad para el Consumidor</p> | <p>Contenido de monómero residual (carcinogénico) es la principal preocupación.</p> <p>Consulte la Sección 3.10.3.2.</p> |

| Tabla 3.6: Monómeros Residuales Comunes en Polímeros | | |
|---|-----------------------|--------------|
| Acrilatos | ≤ 0.01 % | 100 mg/kg |
| Acetatos de vinilo | ≤ 0.05 % | 500 mg/kg |
| Monómeros cancerígenos | ≤ 0.001 % to 0.0001 % | 10 - 1 mg/kg |

Recubrimientos a base de agua pueden contener también **resinas** de **melanina**:

| | |
|--|---|
| Composición | <p>Las resinas de melamina son producidos por reacción de melamina con Formaldehído y posterior eterificación con (en su mayoría) de metanol en un medio acuoso. Debido a la hexa-funcionalidad de la melamina, una variedad de compuestos es posible. Los productos contienen sólo el 50% - 70% de la resina y son de calidad técnica. Normalmente contener cantidades considerables de Formaldehído y metanol libre.</p> <p>Productos nuevos sólo contienen menos de 1% de formaldehído debido a la adición de recogedores de formaldehído, como glicol de di-etileno u otros glicoles complejos.</p> |
| Impactos Ambientales | <p>Un buen sistema de ventilación puede resolver el problema de las emisiones de formaldehído. Las nuevas resinas de melamina están siendo desarrollados con menos formtejido.</p> |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | <p>Nota: Nunca use resina de melanina con ácido clorhídrico o cloruros de metales, ya que se formarán sustancias extremadamente cancerígenos éter bisclorometil (BCME). La detección de BCME es difícil y para la industria química las concentraciones deben ser <0,5 ppb. El potencial para la formación de BCME se debe considerar, incluso, cuando simplemente se almacene formaldehído y ácido clorhídrico en el laboratorio.</p> <p>Respete los límites de exposición ocupacional.</p> |
| Precauciones de Seguridad del Consumidor | <p>Formaldehído y metanol residual es la preocupación principal para la seguridad del consumidor. Consulte la Sección 3.10.3.2.</p> |

3.10.3.1 Recubrimientos de Solvente

| | |
|--------------------|---|
| Composición | <p>Estos productos no son usualmente usados en la industria textil Europea y Americana, sin embargo, son ampliamente utilizados en las plantas de acabado textil asiáticos. Solventes tales como NMP, DMF, DMAc, y tolueno son muy comunes.</p> |
| Uso | <p>Las pastas de revestimiento a base de solventes se utilizan para proporcionar a los tejidos/telas con una textura o apariencia (por ejemplo, brillo) deseada.</p> |

| | |
|---|--|
| ¿Cómo se Aplica? | Las pastas de revestimiento están hechas para adherirse a la tela utilizando calor y presión (por ejemplo, rodillos, cuchillo); la tela se pasa luego a través de un horno para curar y eliminar los disolventes volátiles antes del enfriamiento. |
| Impactos Ambientales | La aplicación de estos auxiliares automáticamente requiere un equipo de escape de aire de limpieza (basado en la incineración térmica o la absorción de carbón activo) y la reutilización, así como eficiente, el estado de la ventilación de aire del trabajo arte. |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | Respete los valores límites establecidos para todos los componentes volátiles de recetas de acabado. Véase también la Sección 3.10.3.1. |
| Precauciones de Seguridad del Consumidor | Los productos textiles revestidos con esta tecnología están en alto riesgo de contener cargas de solvente residual en el rango de 0.1 a 2%. Véase también la Sección 3.10.3.2. |

3.10.4 Biocidas

| | |
|-------------|---|
| Composición | <p>Los ingredientes activos de los biocidas son muchos y diversos. Los más usados incluyen,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los compuestos de orgánicos de zinc (tenga cuidado de de impurezas cadmio) • Los compuestos de de organoesta ~ no • (di)-clorofen (éster de) (compuestos) • Benzimidazol-derivados • Benzotiazol • Triclosane • Isoitiazolinonas • Compuestos de plata |
| Uso | <p>Los biocidas se utilizan en la industria textil para proporcionar higiene a acabados en que se requiere - por ejemplo, en la ropa interior y los calcetines.</p> <p>Los biocidas se utilizan también en pequeñas cantidades como agentes de preservación en espesantes de impresión nativas, el acabado y agentes de apresto ("in-can" conservación). Los siguientes tipos de biocidas son de uso generalizado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clorocresol (aprox. 0.3%) • Isoitiazolinonas (<< 0.1%) • Formaldehido (<< 0.1%) |

| | |
|---|---|
| ¿Cómo se Aplica? | Los biocidas se aplican dentro de una fórmula de acabado. |
| Impactos Ambientales | <p>Las emisiones al aire de la formulación de auxiliares tales como agentes hidrotropos, suavizantes, etc. incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alcoholes, glicoles • ftalatos • ésteres, ácidos carbónicos <p>Se debe tener precaución al aplicar biocidas según se indica en <i>la Hoja de Seguridad</i> o el <i>manual técnico</i>. Las cantidades residuales de biocidas siempre deben ser desechadas separadamente y de acuerdo con las regulaciones de desechos peligrosos. En caso de cantidades residuales se vierten directamente a las aguas residuales, hay un alto riesgo de que estos biocidas pudiesen matar a las bacterias de la planta de tratamiento de aguas residuales, requeridas para la etapa de tratamiento biológico.</p> <p>Algunos de los ingredientes biocidas mencionados anteriormente tienen puntos de ebullición muy altos (o son sólidos en su forma original). Debido a la volatilidad de vapor de agua, sin embargo, estos ingredientes se convierten en las emisiones al aire durante el proceso de secado.</p> |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | <p>Debido a su efecto biocida, estos productos químicos también tienen efectos toxicológicos. Cuidado especial debe tomarse con respecto a las propiedades sensibilizantes de la piel con la mayoría de los biocidas.</p> <p>Respete los límites de exposición y evite el abuso.</p> |
| Precauciones de Seguridad del Consumidor | La mayoría de los biocidas mencionados anteriormente son fuertes o sensibilizantes cutáneos. Dependiendo de la cantidad de biocida que permanece en la prenda de vestir, el efecto puede tener repercusiones dermatológicas. |

3.10.5 Antiestáticos

| | |
|-------------|---|
| Composición | <p>Los antiestáticos son en su mayoría compuestos de amonio cuaternario (policondensación) y ácido fosfórico (parcial) ésteres tales como el fosfato de tributilo.</p> |
|-------------|---|

| | |
|---|--|
| Uso | Agentes antiestáticos se utilizan para hacer la superficie de telas ligeramente conductiva con el fin de reducir o eliminar la acumulación de electricidad estática. Antes de aplicar antiestáticos, es importante que en el proceso de acabados textiles consideren que la tela en la cual estén trabajando ya contenga antiestáticos (por ejemplo, un residuo de un lubricante que contiene surfactantes), de lo contrario, existe la posibilidad de aplicar un surfactante adicional que reaccione de una manera conflictiva. |
| ¿Cómo se Aplica? | Agentes antiestáticos son típicamente incorporados en las fórmulas del acabado textil , utilizando un proceso por padeo o foulard para tejidos o el proceso por agotamiento para prendas. |
| Impactos Ambientales | Compuestos de amonio cuaternario tienen una alta toxicidad acuática. Altas cantidades de AOX (cierto porcentaje) pueden deberse a cuaternización incompleta e incluyen productos químicos tales como epiclorhidrina o clorometano . |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | Ésteres de ácido fosfórico tienden a liberar no alcoholes que no reaccionaron durante el secado en la rama (principalmente n-butanol, que tiene un olor muy intenso), junto con el éster de ácido fosfórico en sí. Respete los valores límite establecidos para todos los componentes volátiles de recetas de acabado. |
| Precauciones de Seguridad del Consumidor | Algunos de los ésteres de ácido fosfórico son conocidos fuertes irritantes de la piel. |

3.10.6 Retardantes de llama

| | |
|-------------|--|
| Composición | Retardantes de llama comúnmente usados incluyen los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Retardantes de llama inorgánicos • Los retardantes de llama basados en Sb_2O_3 • P-orgánico, reactiva • P-orgánico, no-reactiva • P-orgánicos, halogenados • Otros |
| Uso | Los retardantes de llama se utilizan para prevenir o retrasar las telas de quemarse cuando se exponen a las llamas. |

| | |
|-----------------------------|---|
| ¿Cómo se Aplica? | <p>Los retardantes de llama se aplican a la tela, luego la tela se expone a un proceso de secado. Sólo en el caso de un retardante de llama de fósforo-orgánico es la aplicación seguida con un proceso de lavado.</p> <p>Agentes activos, retardantes de llama de fósforo orgánicos, a menudo se aplican junto con resinas de melamina como agentes reticuladores. Pequeñas cantidades de metanol y formaldehído quedan liberados.</p> <p>Como resultado es necesario el lavado después de la aplicación, lo cual desecha altas cantidades de fosfonatos a las aguas residuales.</p> |
| Impactos Ambientales | <p>Los siguientes compuestos químicos son desechados al aire,</p> <ul style="list-style-type: none">• Fosfonatos• Metanol• Formaldehído• Glicoles, etc.• Cloro parafinas <p>El trióxido de antimonio no es emitente aéreo, sino que se libera al aire debido a pastas secas o polvos que se producen cuando se corta o raspan las telas.</p> <p>Debido a su escasa biodegradabilidad, toxicidad e importancia AOX, los residuos de retardantes de llama se deben desechar de forma distinta (o reciclado), de acuerdo a la normativa de residuos peligrosos.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Salud Laboral / Precauciones de Seguridad</p> | <p>Los retardantes de llama basados en trióxido de antimonio siempre contienen agentes sinérgicos orgánicos halogenados. Usualmente estos son,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decabromo-y / o éter de pentabromodifenilo • Hexabromociclododecano • Cloroparafinas y / o PVC <p>Debido al peligro de formación de dioxinas y otros efectos adversos, los éteres de difenilo, anteriormente mencionados, deben ser reemplazados.</p> <p>Agentes retardantes de flamabilidad de fósforo orgánicos, no reactivos, liberan componentes volátiles como glicoles, alcoholes, éter de glicol, etc. o partes de las sustancias activas.</p> <p>Agentes retardantes de flamabilidad inorgánicos pueden liberar amoníaco a temperaturas de proceso elevadas (> 150 ° C).</p> <p>El formaldehído es un problema con retardantes de llama fosfo-orgánicos reactivos, pero se puede controlar con un sistema de ventilación. Cuando se procesan con agentes que contienen trióxido de antimonio, especial cuidado se debe tomar con respecto a las emisiones de polvo asociadas con pastas secas. El trióxido de antimonio es cancerígeno y contiene (dependiendo de la calidad) hasta 0.04% trióxido de Arsenio.</p> <p>Respete los valores límite establecidos para todos los componentes volátiles de la fórmula de acabado.</p> |
| <p>Precauciones de Seguridad del Consumidor</p> | <p>Todas las sustancias anteriormente mencionadas se mantendrán en el film de acabado retardante de la flamabilidad en función de su espesor, la volatilidad de la sustancia, y la eficacia del secado del horno.</p> |

3.10.7 Agentes Hidrofóbicos/Oleofóbicos

| | |
|---------------------------|---|
| <p>Composición</p> | <p>Estos productos químicos fluorados o resinas de fluorocarbonos se suministran en forma de formulaciones para el acabado textil. Estos incluyen el fluoropolímero como agente activo; junto con emulsionantes (como alcohol graso, aminas grasas-, etoxilatos de ácidos grasos o sales de amonio cuaternario a base de aminas grasosas y alquilfenoles etoxilados posiblemente en formulaciones sin nombre), y otros aditivos, subproductos o impurezas procedentes de la fabricación de fluoropolímero que a menudo son disolventes tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esteres de ácido acético (por ejemplo, butilo / acetato de etilo • Cetonas (por ejemplo, metil etil cetona y metil-isobutil-cetona) • Glicoles (por ejemplo, etilenglicol, propileno-glicol, etc) • Los éteres de glicol (por ejemplo, dipropilenglicol, dietilenglicol, tripropilenglicoles y sus diversos éteres metílicos o acetatos) (Precaución: Muchos de estos éteres de glicol se sabe o se sospecha que tiene toxinas que afectan el sistema reproductivo) <p>Existe una discusión continua acerca de ciertos residuos peligrosos procedentes de la producción de fluoropolímeros tales como el ácido perfluorooctanoico (PFOA) y ácido perfluorooctanosulfónico (PFOS), así como telómeros y sulfonatos perfluorados (posibles precursores de PFOA / PFOS). PFOS casi se han eliminado ya que la tecnología de fabricación relacionada - electrofluorinación - ha sido eliminada. (Fluoroquímicos fabricados en China todavía pueden estar basados en el PFOS.) Residuos PFOA hoy en día están en el rango de <10 ppb.</p> <p>Tecnología de telomerización C8 basado en (lo que se traduce en la formación de PFOA) se ha sustituido gradualmente por la tecnología C6, el cual es incapaz de provocar un problema de PFOS / PFOA. Sin embargo, el ácido perfluorohexano (PFHA) puede ser hallado, sino también a <10 ppb. Telómeros C6 basados residuales se pueden medir en un rango menor porcentaje (0.1 a 0.5 %). Tales telómeros pueden ser alcoholes telómeros, - yoduros, - alquenos y acrilatos.</p> |
|---------------------------|---|

| | |
|--|---|
| Uso | <p>Los productos químicos fluorados se utilizan en combinación con una fórmula para el acabado de tejidos. Los componentes importantes son extensores / reticulantes / refuerzos tales como resinas de melamina y / o bloqueadas di / poliisocianatos, que dan la solidez de color permanente a la tela. Se requieren condiciones de proceso bien definido para asegurar que estos agentes de reticulación reaccionen lo suficiente como para evitar cualquier riesgo de seguridad para el consumidor con isocianatos residuales y las aminas correspondientes. Fluoropolímeros se utilizan en acabado textil para crear efectos oleóforos e hidrofóbicos (liberación de la suciedad, el agua y la repelencia al aceite).</p> |
| ¿Cómo Aplica? | <p>Los fluoropolímeros se aplican generalmente en combinación con otros auxiliares de acabado por un proceso de curado en seco.</p> |
| Impactos Ambientales | <p>Las emisiones de los procesos de acabado con químicos de fluoruro se atribuyen normalmente a los contenidos de disolventes residuales, así como compuestos orgánicos que se separaron de los extensores (cetonas, oximas, alcoholes, pirazoles). 2-Butanoxime, es un emite importante, ya que se sospecha de ser un carcinógeno. Bis-alquilación (típicamente como compuestos de ácidos grasos de dibutilo) se utiliza a menudo como catalizadores. Derivados de tributilestano son siempre los contaminantes de estos catalizadores y son de mayor preocupación, desde un punto de vista toxicológico.</p> <p>Alquilfenoles Etoxilados, utilizados como posibles emulsionantes, son tóxicos para los peces y, recientemente, han sido identificados como los disruptores endocrinos débiles (alquilfenol). (Ver la sección 3.3.1.) Otro grupo de los emulsionantes, los cuadrángulos (sales de amonio cuaternario de aminas grasas y cloruros de alquilo), muestran toxicidad acuática similar.</p> <p>En general, el impacto de aguas residuales procedentes de procesos de acabado estos compuestos fluorados (como en general para todos los procesos de acabado) se puede ver como bajos, porque los procesos de relleno utilizado en el acabado contribuyen muy poco para las descargas de aguas residuales (unos pocos litros por día).</p> |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | <p>Respete los límites de exposición establecidos para compuestos fluorados y todos los componentes volátiles de fórmula de acabado (como se describe anteriormente bajo impacto ambiental).</p> |

| | |
|--|---|
| Precauciones de Seguridad para el Consumidor | Como se ha descrito anteriormente (en "Composición"), un proceso bien establecido puede asegurar que los agentes de reticulación / refuerzos / extendedores reaccionan suficientemente de modo que no den lugar a riesgos para la seguridad de los consumidores (a partir de isocianatos residuales y otras sustancias). |
|--|---|

3.10.7.2 Formulaciones de Parafina – Sal de Metal

| | |
|--|--|
| Composición | Además de parafinas (aproximadamente 25%), estos productos contienen aproximadamente el 5% a el10% de circonio ^(IV) - y / o ácido graso de romo ^(III) (ácido acético) complejos La cantidad promedio de estos metales es de alrededor de 2% |
| Uso | Estos agentes se usan para proporcionar tejidos con una superficie repelente al agua. |
| ¿Cómo se Aplica? | Estos se aplican por el proceso de impregnación por padeo en foulard-curado-secado, a menudo junto con agentes de reticulación en la presencia de un catalizador. |
| Impactos Ambientales | <p>Los metales que pueden ser descargados en las aguas residuales son:</p> <p>Estaño: $\text{Sn}^{(IV)}$ (as $\text{R}_2\text{Sn}(\text{OAc})_2$) Circonio: $\text{Zr}^{(IV)}$ (como Zr-etilo) Cromo: $\text{Cr}^{(III)}$ (como ácido graso-Cr) Al (III) (como Al-formiato)</p> <p>En relación con otras entradas resultantes de pre-tratamiento, teñido, estampado, así como el tratamiento de aguas residuales, cantidades dados de alta de estos metales son bastante insignificantes. Sin embargo, aún es importante disponer de (o reciclaje) cantidades residuales de estas formulaciones por separado de acuerdo a la normativa de residuos peligrosos debido a las concentraciones de metales, que en algunos casos, puede ser muy alto.</p> |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | Observar los límites de exposición ocupacional establecidos. |
| Precauciones de Seguridad para el Consumidor | Los metales pesados como el cromo, zirconio y estaño en sus formas inorgánicas u orgánicas siempre pueden tener el potencial de causar algunos riesgos para la salud de los consumidores |

3.10.6.3 Repelentes de Silicón

| | |
|--|---|
| Composición | Estas formulaciones consisten típicamente en: <ul style="list-style-type: none"> • Sustancias polisiloxano-activos (dimetilpolisiloxano (amino), modificado dimetilpolisiloxano) • Emulsionantes • Agentes hidrotropicos (glicoles, éteres de glicol (acetato)) • Agua |
| Uso | Estos agentes se usan para proporcionar tejidos con una superficie repelente al agua. (Estos están siendo considerados como alternativas para los compuestos fluorados.) |
| ¿Cómo se Aplica? | Estos se aplican por el proceso de impregnación por padeo en foulard-curado-secado, a menudo junto con agentes de reticulación en la presencia de un catalizador. |
| Impactos Ambientales | En el caso de que los polisiloxano modificados, estos productos contienen dimetil-siloxanos cíclicos liberables como D4-siloxano que es un carcinógeno. Dependiendo de las condiciones de secado y curado, estas sustancias pueden ser liberados al aire. Respete los valores a los límites establecidos para todos los componentes volátiles de acuerdo a la recetas de acabado. |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | |
| Precauciones de Seguridad para el Consumidor | Concentraciones residuales de D4-siloxanos son normalmente bajas si la formulación y secado se llevan a cabo correctamente. |

3.10.7.4 Resinas de Melamina Graso Modificadas

| | |
|----------------------|--|
| Composición | Las resinas de melamina son modificados con ácidos grasos, alcoholes o aminas. |
| Uso | Estos agentes se utilizan para proporcionar telas con una superficie repelente al agua. |
| ¿Cómo se Aplica? | Estos se aplican por el proceso de impregnación por padeo en foulard-curado-secado, a menudo junto con agentes de reticulación en la presencia de un |
| Impactos Ambientales | Dependiendo de la extensión de la reacción o de |

| | |
|---|--|
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | <p>acabado parámetros tales como la temperatura utilizados en el tratamiento térmico, diferentes cantidades de formaldehído y / o alcoholes alifáticos pueden ser liberados para el aire de escape. Estos productos a menudo contienen parafina.</p> <p>Respete los valores a los límites establecidos para todos los componentes volátiles de acuerdo a la recetas de acabado.</p> |
| Precauciones de Seguridad del Consumidor | <p>La sensibilización cutánea puede ser una preocupación si hay altas concentraciones de formaldehído en la formulación residual en la ropa.</p> |

3.10.8 Agentes de Cuidado Fácil de las telas/ropa

| | |
|--|---|
| Composición | <p>Una variedad de agentes para el cuidado están en uso, los cuales se enumeran en la Tabla 3.7 a continuación, junto con las emisiones a la atmósfera.</p> |
| Uso | <p>Agentes de cuidado fácil se utilizan normalmente para reducir formación de arrugas y el encogimiento cuando se lavan las telas/ropa.</p> |
| ¿Cómo Aplica? | <p>Estos se aplican por el proceso de impregnación por padeo en foulard-curado-secado, a menudo junto con agentes de reticulación en la presencia de un catalizador.</p> |
| Impactos Ambientales | <p>Comúnmente, el uso de la formaldehído bajo o Formaldehído-libre como reticuladores significa que los valores límite de emisión, rara vez, exceden los límites recomendados. Consulte la Tabla 3.7 para una lista de posibles emisiones a la atmósfera asociadas con agentes de cuidado fácil.</p> <p>Las sustancias activas de los agentes de fácil cuidado fácil tienen muy baja biodegradabilidad. Por lo tanto, es importante capturar los residuos y disponer de ellos de acuerdo a la normativa de residuos peligrosos en lugar de desecharlos libremente a las aguas residuales.</p> |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | <p>Si se utilizan resinas de melamina, es importante supervisar el aire en el área de trabajo para las emisiones de formaldehído.</p> <p>Respete los valores a los límites establecidos para todos los componentes volátiles de acuerdo a la recetas de acabado.</p> |
| Precauciones de Seguridad para el Consumidor | <p>El producto siempre se debe inspeccionado cuidadosamente de residuos de formaldehído.</p> |

| Tabla 3.7: Agentes de fácil cuidado y Emisiones asociadas a la atmósfera | |
|--|----------------------------------|
| Agentes de cuidado fácil | Emisiones atmosféricas: |
| Resinas de melamina | Metanol Formaldehído |
| Agentes de reticulación de bajo formaldehído | Metanol / dioles Formaldehído |
| Formaldehído-rico reticuladores | Alcoholes Formaldehído |
| Catalizadores | NH ₄ /Mg/Zn-sales |
| Formaldehído reticuladores | Sustancias orgánicas |
| Dispersiones de polietileno | Sustancias orgánicas |
| Silicona-Emulsiones | Siloxanos Alcoholes |
| Ésteres de ácido silícico, polímeros | Solventes, generales |

3.10.9 Agentes Antideslizantes

Las formulaciones de ácido polisílico son típicamente utilizadas como agentes antideslizantes, Durante su aplicación, generalmente no se producen aguas de descarte, aire exhausto o cargas en el lugar de trabajo. Típicamente, sólo cerca del 5 % de los residuos de la fórmula son lanzados al agua de desperdicio, éstos consisten en gran parte en surfactantes bio- degradables y ácido acético; por lo tanto, el impacto al agua de desperdicio es mínimo.

3.10.10 Suavizantes

| | |
|-------------|---|
| Composición | <p>Los suavizantes se basan en los siguientes productos químicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esteres de ácidos grasos, amidas-, -condensados sobre la base de dietilentriamina, etilendiamina y diversos etanolaminas • Siliconas amino-modificados en base a D4-siloxano • Los compuestos de amonio cuaternario • Parafina / polietileno • sulfonatos grasos • Derivados de Betaína • Los ftalatos (butilo, octilo) - sólo si se utilizan ablandadores hidrofóbicas |
| Uso | Los suavizantes se utilizan principalmente para dar un tacto suave a las telas y prendas de vestir. |

| | |
|--|---|
| ¿Cómo Aplica? | La mayoría de los suavizantes se aplican en el tejido durante el tratamiento de terminado, utilizando un proceso impregnación por padeo en foulard-secado-curado pero tambien puede ser aplicado en un proceso por agotamiento. (Acabado de ropa tiene que ser un proceso por agotamiento.) Sulfonatos grasos se aplican por agotamiento como agentes que evitan las arrugas. |
| Impactos Ambientales | <p>Las emisiones se producen en un promedio de 2% volátil ácidos carbónicos, alcoholes alifáticos, hidrocarburos y siliconas.</p> <p>Los principios activos de la mayoría de los suavizantes son sólo ligeramente biodegradables, pero son bastante eliminables (se adhieren a los lodos en la planta de tratamiento de aguas residuales). Por lo tanto, el impacto a las aguas residuales de los residuos de suavizante es relativamente bajo.</p> <p>Cuando se utilizan sulfonatos grasos, altas cantidades se liberan a las aguas residuales, sin embargo, estos son altamente biodegradables.</p> |
| Salud Laboral / Precauciones de Seguridad | Mínimo |
| Precauciones de Seguridad para el Consumidor | Ninguna |

3.10.11 Resumen

Desde una perspectiva global, se espera que aproximadamente 5000 sustancias químicas son utilizadas para la fabricación de 15,000 colorantes y otros ingredientes activos; éstos están distribuidos en más de 100,000 fórmulas (i. e. auxiliares textiles) en la industria textil global. Muchos de ellos tienen un perfil adverso eco/toxicológico.

4. PROCESOS DE PRODUCCION

En esta sección, se describe brevemente los pasos y la tecnología implicados en la producción textil. Además, se provee dónde encontrar la información disponible, los datos acerca de la consumición del recurso (agua, energía termal, electricidad, etc) asociados con los procesos.

4.1 Producción del Hilado

Casi todos los productos textiles están hechos con los hilados de 100 % fibras naturales, 100 % fibras de grapa artificiales o mezclas. Sólo algunos productos de la ropa (e. g. ropa de deportes lisa) están hechos de los hilados del filamento.

Los dos tipos más importantes de hilados son hilados solos y torcidos. Los hilados torcidos se obtienen torciendo dos o más hilados juntos o, torciendo un hilado.

4.2 Hilados de la Lana

La elaboración de los hilados es el proceso por el cual las fibras son transformadas en el hilado conveniente para la industria textil. El proceso requiere electricidad sólo para la maquinaria textil, pero algunos negocios instalan un sistema de acondicionador de aire en función de incrementar el buen rendimiento de la maquinaria y mejorar la calidad del hilado, de este modo, se consume más electricidad.

Los aceites y lubricantes utilizados en el proceso son para proteger el hilado y las fibras, y tales sustancias están presentes en la fibra después de ser procesadas; por otra parte, producen nieblas de aceite en el ambiente del trabajo.

Las partículas de la fibra se dispersan en la atmósfera durante la apertura, peinado, cardado, estiraje, clasificación y el proceso del hilado. El problema del polvo de la fibra se minimiza por el uso de extractores y filtración. En el proceso del cardado, en los sistemas del hilado, aproximadamente el 15 % - 35 % del peso inicial de las lanas se elimina como basura. Adicionalmente, en el sistema de estambre, aproximadamente entre el 6.5 % - 11 % de las fibras de lana se elimina como las borras de lana en la etapa del peinado.

4.2.1 Estambre e Hilatura Semi-Estambre

En la hilatura de estambre, las fibras de mayor calidad y de más longitud (generalmente hablando) se procesan en un hilado fino. Las fibras se colocan en paralelo en una máquina que peina y quedan estiradas. En el sector de la lana, el hilado de telar es ampliamente utilizado.

La hilatura de estambre puede ser separada en las siguientes sub-fases:

- Mezcla
- Engrase
- Cardado
- Peinado (las fibras se colocan en paralelo y se separan las fibras cortas de las otras; las cortas se descartan como las borras, mientras las largas van adelante para convertirse en las lanas “tapa”)

- Acabado superior (no siempre se hace este proceso)
- Estiraje (regularizando y reduciendo el grosor del material)
- Hilatura (forma un hilado del grosor y del número de vueltas requerido de la torcedura; se adopta en un marco de anillo de estambre o en un marco de hilatura a rotor).
- Retorcer (si se requiere; ver descripción abajo)
- Devanado (se transfiere hilados retorcidos o solos sobre los conos para el tejido o mediante tejido de punto)

Existen dos tecnologías de hilados diferentes: anillo y final abierto (hilatura a rotores):

- En la hilatura anillo, una torcedura del marco se inserta en el hilado usando un viajero giratorio; el hilado se enrolla sobre un tubo ya que la velocidad del paquete es mayor que la del viajero.
- En la hilatura a rotores, se utiliza un rotor de alta velocidad para recoger y torcer fibras individuales en el hilado; al entrar al rotor rápidamente, las fibras se distribuyen alrededor de su circunferencia y son sostenidas temporalmente por la fuerza centrífuga.

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Agua | 1.2 – 3.2 | l/kg |
| Electricidad | ~ 1.7 | kWh/kg |
| Energía térmica | ~ 3.7 | MJ/kg |
| Aceite y lubricantes | 10 – 15 | g/kg |

En el sistema de lanas, las fibras son demasiado cortas para ser procesadas a través del sistema de estambre. El hilado de lana depende de tres diferentes tecnologías de hilatura: por propia cuenta, a través del hilado de anillo y extremo abierto. El hilado de anillo tiene un mejor funcionamiento, mientras que el automático o por cuenta propia, es más versátil.

El sistema de hilado de lanas se divide en las siguientes etapas:

- Mezclar
- Engrasar
- Cardar
- Hilar (hilados de grosor requerido y número de vueltas de torcedura; se adopta el marco del hilado de anillo o del hilado de rotores)
- Torsión (si es requerido, ver descripción abajo)

- Bobinado (transferir el hilado solo o torcido sobre los conos para tejer o tejido de punto)

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Agua | ~ 0.14 | l/kg |
| Electricidad | ~ 0.16 | kWh/kg |
| Energía térmica | ~ 0.015 | MJ/kg |
| Aceites y lubricantes | ~ 40 | g/kg |

4.2.2 Hilado de Algodón

El sistema de hilado de algodón se usa generalmente para el algodón y las fibras artificiales, las cuales pueden mezclarse durante el hilado. La longitud promedio de las fibras procesadas en el hilado de algodón es de 40 mm o menos.

El sistema de hilado de algodón se divide en las siguientes etapas:

- Apertura (de penachos)
- Mezcla y combinación
- Limpieza (de basura y polvo de algodón),
- Cardado (fibras que se entremezclan para producir una tela continua, que se forma en la cuerda como el filamento de las fibras conocidas como astillas)
- Estiraje (tomando un número de astillas y estirándolas dentro de un filamento más chico de las fibras conocidas como astilla estirada)
- Itinerante (sólo para el hilado de anillo)
- Hilado (forma un hilado grueso y del número requerido de vueltas de torsión; se adopta el hilado de anillo o, el hilado de rotores)
- Bobinado (transfiriendo el hilado solo o retorcido dentro de conos para tejidos o, de punto).

| Tabla 4.3: Consumo de recursos en hilado de algodón (Electricidad) | | |
|---|-----------------|------------------|
| Proceso | Cantidad | Unidad |
| Apertura | ~ 0.3 | kWh/kg de hilado |
| Mezclado y peinado | ~ 0.1 | kWh/kg de hilado |
| Cardadura | 0.2 - 0.3 | kWh/kg de hilado |
| Estiraje | < 0.1 | kWh/kg de hilado |
| Vagueación (solo hilado de anillo) | 0.2 - 0.3 | kWh/kg de hilado |
| Hilado | 0.6 – 2.8 | kWh/kg de hilado |
| Devanado | 0.2 – 0.6 | kWh/kg de hilado |
| Consumo total para el proceso | 1.7 – 4.5 | kWh/kg de hilado |
| Consumo de aire acondicionado e iluminación | 0.2 – 0.7 | kWh/kg de hilado |
| Consumo eléctrico total | 1.9 – 5.2 | kWh/kg de hilado |

El impacto ambiental asociado con el hilado de algodón es insignificante comparado con otros procesos textiles; sin embargo, existen significativas pérdidas materiales en el hilado de algodón como se reporta en la tabla.

| Tabla 4.4: Pérdidas promedio de materiales en el hilado de algodón | | |
|---|-----------------|--------------------------|
| Proceso | Cantidad | Unidad |
| Apertura | ~ 50 | g/kg de algodón en bruto |
| Cardadura | ~ 40 | g/kg de algodón en bruto |
| Peinado | ~ 150 | g/kg de algodón en bruto |
| Misceláneo | ~ 100 | g/kg de algodón en bruto |
| Pérdida total | ~ 340 | g/kg de algodón en bruto |

4.2.3 Hilados Continuos de Filamentos Sintéticos

Los hilados o hilos del filamento son mono-filamento o, multi-filamentos. Porque los hilados del filamento no tienen fin, no es necesario insertar una torsión para cuidar que las fibras no se quiebren. El hilado del filamento es comúnmente producido por el fabricante artificial de la fibra. Los hilados del filamento son en su mayoría fibras

sintéticas que pueden ser planas o texturizadas.

4.2.3.1 Texturización

Sólo las fibras sintéticas termoplásticas pueden ser texturizadas (las fibras poliacrilonitrilo no son termoplásticas). La texturización incrementa la energía de la cobertura o, el aparente volumen de hilados continuos del filamento (de las fibras artificiales), de tal modo que su apariencia se asemeja a los hilados naturales. La texturización incrementa el volumen de las fibras del filamento de 200 – 300 %. Un número de procesos pueden usarse para la texturización del hilado, incluyendo la torsión (prensa), el prensar los bordes, la comprensión y el aire que ayuda a la texturización. La texturización es un proceso termo-mecánico, que consume energía eléctrica y termal. En la mayoría de los casos, la texturización está dada por el fabricante de la fibra, aunque algunos fabricantes del hilado efectúan el proceso por ellos mismos.

Las emisiones de poco peso molecular de los polímeros o de los lubricantes y otros aditivos, pueden ser un problema para la salud y el ambiente si las máquinas de texturización no están suficientemente selladas.

| Insumos | Cantidad | Unidades |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Electricidad | N.A. | kWh/kg |
| Energía Térmica | 3.2 – 7.6 | MJ/kg de hilado |

4.2.3.2 Torsión

La torsión es un proceso puramente mecánico, en el cual dos o más hilos de rosca se juntan a raíz de la torsión del hilo y se bobinan sobre conos u otros soportes. A través de la torsión, el funcionamiento mecánico del hilado se incrementa, y se obtienen efectos particulares. Estos procesos requieren de sólo pequeñas cantidades de electricidad y su impacto ambiental es insignificante excepto por la aplicación de aceites de torsión.

4.3 Producción de Tela

La producción de la tela consiste en una serie de procesos que convierten los hilados en una estructura bi-dimensional. Los métodos más comunes en la producción de la tela son el tejido y el tejido de punto, no obstante, se han desarrollado otras técnicas, tal es el sector de las prendas no tejidas.

Cuando se refiere al tejido, una serie de hilos se enrollan en una viga y luego se entrelazan con un hilo llevado por una lanzadera de un telar. En telares modernos, para aumentar velocidad y productividad, las lanzaderas han sido remplazadas por los jets de aire, el estoque que teje, proyectiles y jets de agua.

En tejidos de punto, la tela es producida por el movimiento de agujas las cuales alternativamente entrelazan los hilos, los cuales se enrollan en conos. Existen varias clases de máquinas de punto (circular, plana, urdimbre y trama de tejer).

Los productos no tejidos son los textiles que no se producen con métodos textiles tradicionales (hilados, tejidos, de punto). Ellos consisten en capas de fibras que han sido montadas o ensambladas juntas por varias otras técnicas.

4.3.1 Textiles Tejidos

4.3.1.1 Urdiembre

Urdiembre es un proceso por el cual el hilado o los hilos son preparados para el tejido. Los hilos se colocan en forma de conos en un pre-determinado orden, lado a lado en una barra. No se consume ni agua ni energía termal; el consumo de electricidad depende de la maquinaria específica usada y la clase de fibra. Como resultado de este proceso se emiten pequeñas cantidades de polvo de fibra. Debido al dicho proceso, los impactos al medio ambiente son insignificantes si se lo compara con otros procesos textiles.

| Insumos | Cantidad | Unidades |
|--------------|----------|----------|
| Electricidad | 5 – 10 | KWh/t |

4.3.1.2 Clasificación

El hilado usualmente se clasifica después de la urdiembre, para fin de lubricarlo y protegerlo durante el proceso del tejido. El proceso de la clasificación en sí mismo genera basura en la forma de desechos textiles y agua (limpieza). Este proceso también consume agua, vapor y electricidad. Puede que emita trazos de químicos usados, o productos de degradación, y pelusa. Puede que haya algún impacto en el medio ambiente en aguas inútiles o de desperdicio cuando periódicamente se limpia la máquina de clasificación. Sin embargo, el real impacto de las aguas de desperdicio asociado con la clasificación ocurre en el proceso húmedo subsecuente, particularmente en el desencolado.

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|-----------------|-----------|--------|
| Agua | 2 – 3 | l/kg |
| Electricidad | 0.1 – 0.2 | kWh/kg |
| Energía térmica | 2 – 15 | MJ/kg |

4.3.1.3 Tejeduría/Tejer

Tejer es el proceso por el cual los hilos son ensamblados en una tela. Otros procesos (tales como la urdiembre, el roscado y la clasificación o dimensionamiento) se realizan antes de tejer; esto generalmente se denomina, “preparación para el tejido” (ver previa sub-sección).

La tecnología Telar tiene un gran impacto en el proceso del rendimiento. La electricidad es sólo requerida para el proceso en sí mismo; la energía termal se usa para calentar en la estación fría (invierno). Los lubricantes y aceites se utilizan para lubricar el telar, pero en casos particulares, éstos también pueden contaminar la tela. El impacto ambiental asociado con el tejido es insignificante (con la excepción del ruido y las vibraciones) cuando se lo compara con otros procesos textiles.

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|-----------------|-----------|--------|
| Electricidad | 0.6 – 3.3 | kWh/kg |
| Energía térmica | 0.1 – 0.6 | kWh/kg |

Cabe destacar, que las amplias gamas de consumición estimadas se debe a los diferentes tipos de maquinaria, los diferentes materiales procesados, y otros factores.

4.3.2 Textiles de Punto

4.3.2.1 Encerado

Todos los hilados procesados con máquinas de punto se deben encerar mientras tiene lugar el bobinado en función de reducir la fricción del hilado contra las piezas mecánicas de las máquinas durante el proceso subsecuente. Las máquinas de las bobina, por lo tanto, tienen un dispositivo integrado que distribuye la cera de manera uniforme sobre el hilado. El uso erróneo de grandes cantidades de cera puede dañar la máquina de punto.

4.3.2.2 Tejido de Punto

Como en el tejido, el de punto es un proceso mecánico que implica el anudar el hilado junto con una serie de agujas. Generalmente, se usan aceites minerales para lubricar las agujas y otras piezas de la maquinaria de punto. La cantidad de aceites utilizados depende de la tecnología de la máquina, de la velocidad de las agujas, y del valor en un rango de entre un 0.5 % y 0.1 % del peso de la tela.

Los impactos ambientales relacionados con el tejido de punto incluyen las emisiones del polvo de la fibra, aceite y cera contenidos en la tela como producto final, y en las basuras del sub-producto (pérdidas).

| Tabla 4.9: Consumo de recursos en tejido de punto (Electricidad) | | |
|---|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Electricidad | ~ 1 | kWh/kg |

4.3.3 Textiles no-Tejidos

Los no-tejidos pueden ser vistos como telas hechas de fibras ligadas juntas, enlazadas por unión o el enclavamiento de las fibras o ambos, consumado por medios mecánicos, químicos, termales y/o solvente. La historia de los productos no-tejidos comenzó en la década de los años 1930's, y las materias primas utilizadas eran principalmente fibras de desperdicio de algodón el desarrollo de fibras y de agentes artificiales incrementó la significancia de este segmento en la industria textil.

El procesamiento y la fabricación de las telas no-tejidas varía con las fibras, los métodos de alinear las fibras, y los agentes vinculados utilizados. Las fibras incluyen, algodón, lana, acetato, viscosa, poliamida, poliéster, polietileno, poliacrilonitrilo, polipropileno y la combinación de fibras. Las fibras están en y normalmente no son materiales de recuperación. Las materias primas son procesadas a través de series de apertura, condicionando y mezclando operaciones. Se forman así las capas de telas de fibras. La adherencia de la fibra se logra por la fricción de la fibra, el calor, y un agente de adhesión.

Los productos no-textiles se diferencian dependiendo de la tecnología utilizada para formar una tela y enlazarla. Debido a que cada método de la vinculación confiere las características peculiares al producto, el uso previsto de la tela debe conocerse antes de su procesamiento.

Los productos no-textiles pueden ser clasificados en:

- **Enlace Mecánico.** En este caso, las fibras intercaladas juntas por series de agujas las cuales cruzan la fibra perpendicularmente. Así como también, las fibras se pueden coser usando otra clase de hilado de costura.
- **Enlace Químico.** Pueden usarse varios químicos, tales como los polímeros solubles al agua, los polímeros sintéticos, y las resinas. Después de impregnarse con el agente químico, las capas de la fibra deben secarse.
- **Enlace Termal.** Si las fibras termoplásticas están presentes en la capa, las fibras están limitadas con calor y compresión. Se debe alcanzar una alta temperatura en función de ablandar las fibras termoplásticas.

4.4 Procesos Pre-tratamiento

Los procesos de pre-tratamiento y de teñido pueden se pueden realizar en varias etapas de la producción textil – por ejemplo, cuando el material se presenta en forma de fibra (antes de la clasificación), como hilados, después de que el material haya sido tejido o hecho a punto o, en el caso de la ropa, después de que se corte y se cosa.

La mayoría de las telas las cuales se tiñen, se imprimen o acabadas deben ser preparadas primero; la mezcilla y algunas telas de hilo teñido son excepciones a la regla. El pre-tratamiento es un crucial proceso para cada posterior tratamiento en el molino textil, tanto por la calidad como por el comportamiento ambiental. Un proceso de pre-tratamiento pobre causa fallas que son sólo reveladas en las posteriores operaciones, tales como en la calidad de la producción, el tener que revisar el acabado y teñido nuevamente y finalmente en el exceso de la contaminación. Generalmente se cree que una proporción elevada de las fallas en la coloración del textil puede ser debido a los errores cometidos en el pre-tratamiento. El pre-tratamiento es por lo tanto un factor clave en el primer momento de la producción.

Los principales objetivos de los procesos del pre-tratamiento son:

- Limpiar el material de todas las sustancias fijadas sobre la fibra durante el crecimiento natural de la planta o, durante los procesos de transformación (especialmente, hilado, devanado, tejido, tejido de punto, etc.)
- Mejorar la capacidad de absorción y hidrofilia de la fibra para la aplicación de los colorantes, auxiliares y de otros productos químicos.
- Mejorar la textura y el manejo de la tela
- Distender las tensiones desiguales en el material fibroso
- Producir un grado aceptable de blancura para el uso de tela que no se tiñe y el brillo y sombra requerido para la posterior tela teñida.

La mayoría de las fábricas usan procesos de pre-tratamiento para la totalidad de los productos que producen. Por lo tanto, el pre-tratamiento constituye el proceso de más alto volumen de una fábrica.

El pre-tratamiento puede operar por lotes o continuo. La opción depende de la calidad de la tela y de la cantidad que se procesará. Por lo tanto, el pre-tratamiento continuo es económico y ambientalmente ventajoso. (provee mejor segregación para el reciclaje del agua), algunos molinos todavía prefieren pre-tratar bienes por lotes sobre máquinas que tiñen debido a factores relacionados con procesos continuos, que incluyen:

- Complejidad en programar y manejar (especialmente la coordinación entre el pre-tratamiento y el teñido para evitar que los bienes permanezcan mojados durante mucho tiempo)
- Costos altos de capital
- Capacidad requerida para alta productividad del equipo de tejido de punto destinado al pre-tratamiento, donde las operaciones son a menudo de bajo volumen

Todo o solamente algunos de los varios procesos de pre-tratamiento pueden ser requeridos y éstos pueden ser aplicados como etapas separadas o, algunas veces en etapas combinadas – especialmente y fregado, o fregado y blanqueo.

En las siguientes secciones, se describen diferentes en detalle los pasos de pre-tratamiento para los materiales sintéticos, lana, algodón, lino y seda.

4.4.1 Pre-tratamiento de Material Sintético

La mayoría de los impactos ambientales en el acabado de los textiles son el resultado de los pasos del proceso que se dieron lugar tempranamente en la cadena textil. Las preparaciones utilizadas en la cadena textil permanecen sobre la fibra, el hilado y la tela – en cantidades y fórmulas químicas que pueden ser desconocidas para quien se ocupa del acabado del producto. Por esta razón, las siguientes secciones se ocupan de las clases de emisiones asociadas con las fibras sintéticas.

4.4.1.1 Emisiones de Fibra Específicas

Las sustancias de emisión relevante de las fibras artificiales derivan de poliamida 6 y poliácritonitrilo: ϵ - caprolactame y dimetilformamida (DMF).

ϵ – caprolactame es el monómero usado para la producción de 6 PA (Polymide). El condensado del equilibrio contiene aproximadamente 8.5 % ϵ – caprolactame y aproximadamente 2.5 % - 4 % amidas cíclicas dependiendo del contenido de agua..

Estudios hechos sobre la liberación del caprolactame a través del tratamiento termal muestra que dependiendo de la fineza de la fibra, el caprolactame contenido en las fibras es aproximadamente de 0.2 % - 0.8 %. Durante el tratamiento termal a 190 °C (calor que fija la temperatura para PA 6), aproximadamente el 50 % serán emitidos al aire, con los factores correspondientes de la emisión de:

- $2\text{ g} - 4\text{ g caprolactame/kg textil} = 100\text{mg} - 200\text{ mg caprolactame/m}^3 = 50\text{ mg} - 100\text{ mg C}$
(Proporción de aire/textil: $20\text{ m}^3/\text{kg}$)

Poliácritonitrilo contiene un DMF residual (app. < 0.5 %), el cual puede ser emitido durante el tratamiento termal con factores correspondientes de la emisión de:

- $1.4\text{ g orgánico C/kg de textil} = 70\text{ mg orgánico C/m}^3\text{ de textil}$ (proporción de aire/textil: $20\text{m}^3/\text{kg textil}$).

Ambas sustancias de fibra específicas pueden reducirse lavando y tiñiendo del 10 % al 20 %.

4.4.1.2 Emisiones debido a los Sistemas de Preparación

Además de las emisiones de fibra específicas, existen emisiones de sistemas de preparación usados para el procesamiento. Las fibras PA 6 así como las PAC (Poliácritonitrilo) comparten sólo el 20 % de la producción artificial de las fibras. La cantidad aplicada de estos auxiliares para todas las fibras artificiales es aproximadamente del 2 %. Esta relación demuestra que la fuente para las principales emisiones son los mencionados productos.

Alrededor del 80 % son liberados al agua de desperdicio. Pero hay más necesidad de reducir el aire de escape visible y maloliente (20 % son liberados al aire).

En particular, el proceso de ajuste de calor para las telas grises genera altas cantidades de aire de escape en el acabado de la industria textil. Dicho proceso, significa el tratamiento termal de telas en una rama tensora sin el lavado adicional. Por razones técnicas, algunas telas no pueden ser procesadas sin el ajuste adicional de calor, especialmente en los tejidos de punto por urdiembre o, en telas muy finas. De lo contrario, las telas no consiguen la estabilidad dimensional requerida. Otro aspecto que interviene en el ajuste de calor en telas grises que son finas es el costo. Especialmente para estas telas, el proceso de lavado se debe hacer con mucho cuidado y lentamente, el cual es muy costoso.

4.4.1.3 Liberación de las Preparaciones por Ajuste de Calor en Telas Grises

Durante el ajuste de calor, las propiedades específicas de la fibra quedan permanente fijas. Se debe distinguir entre los tiempos largos de detención a temperaturas más bajas en presencia de los agentes de (e. g., vapor de agua en 100 grados – 135 grados centígrados) y temperaturas cerca del punto de reblandecimiento de la fibra. En este caso, sólo los tiempos cortos de detención (5 s – 30 s) son permitidos. Las propiedades elásticas y la estabilidad dimensional son especialmente influenciadas por el ajuste de calor.

El ajuste de calor primero ocurre por la producción de fibra y a lo último mediante la compensación. Los tratamientos termales de las fibras artificiales se llevan a cabo bajo condiciones específicas a través de todos los pasos del proceso. El ajuste de calor de las telas se lleva a cabo en una rama tensora. Las telas tejidas finas y las telas hechas de punto deben pasar por el proceso de ajuste de calor antes del acabado en función de prevenir que se encrespe el orillo. Los géneros o tejidos de punto tienen que atravesar por el sistema de ajuste de calor previo acabado para alcanzar estabilidad dimensional y el evitar que se arrugue.

Además de estas ventajas tecnológicas del ajuste de calor en telas grises, existen ventajas económicas. Lavar o usar tecnologías de extremo de pipa son de mucho costo.

El promedio agregado de los sistemas de preparación es aproximadamente de 2 %. Basado en esta aseveración, las emisiones de **aceites minerales** para la tela gris, durante el proceso de ajuste de calor,

- Aproximadamente 8 gramos orgánico C/kg textil = 400 mg C/m³
(Proporción de aire/textil = 20 m³/kg de textil)

De manera semejante, para los ésteres del ácido graso, el estimado es:

- Aproximadamente 4 gramos orgánico C/kg de textil = 200 mg C/m³
(Proporción de aire/textil: 20 m³/kg de textil)

4.4.1.4 Desecho de aditivos durante el Lavado

El pre-tratamiento prepara la tela gris para los posteriores procesos de teñido y acabado. Se asegura que se quiten todos los añadidos aplicados a la fibra, el hilado, y la tela durante la producción.

Las preparaciones, aceites por lotes, etc., para las fibras artificiales son generalmente fáciles de emulsionar y pueden ser removidas en agua fría. La calidad y la cantidad de los emulsionantes son mayormente desconocidos para quien se ocupa del acabado de la prenda. Debido al incremento de la fricción o a la fuerza que esquila, las emulsiones a menudo se rompen, perdiendo su efecto emulsionante y dejando los componentes de aceite en la superficie de la fibra. Por esta razón, quien se ocupa del acabado de la prenda tiene que experimentar para a fin de obtener un óptimo y eficiente lavado.

La eficacia en el lavado se logra teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Temperatura
- Tiempo de detención
- Surfactante
- Intercambio de licor/ corriente de agua fresca
- Número de compartimentos de lavado
- Peso y densidad de la tela

Las máquinas de lavado son optimizadas por la eficiencia en el lavado y el consumo de agua. El proceso puede ser fácilmente regulado y la continuidad es garantizada.

4.4.1.5 Ejemplos de Emisiones de Aire y Descargas de Agua de Desperdicio que resultan durante la preparación de los textiles

Un exhaustivo intercambio de información en la cadena textil es muy importante para alcanzar buenos resultados al final de la cadena. El impacto al medio ambiente del pre-tratamiento, en términos de agua de desecho, es alto debido a la gran cantidad de preparaciones aplicadas, como lo demuestra los siguientes ejemplos.

Ajuste de calor de las telas grises/lanzamiento del escape de aire:

Asunción: Las preparaciones consisten de 50 % - 80 % de aceites minerales. El contenido residual es principalmente graso etoxilatos.

Adicionar: 5 % ⇒ 50 g preparación/kg de textil ⇒ 40 aceite mineral/kg de textil

70 % se emitirá al aire ⇒ 28 g aceite mineral/ kg de textil

⇒ 23 g orgánico C/kg de textil

⇒ 1150 mg C/m³ (proporción de aire/textil: 20 textil m³/kg de textil)

Proceso de Lavado/desperdicio de agua:

Adicionar: 5% \Rightarrow 50 g de preparación/kg de textil

Eficiencia en el lavado (65%): \Rightarrow 33 g preparación/ kg de textil

\Rightarrow 26 g aceite mineral/ kg de textil + 7 g de etoxilatos/ kg de textil

El promedio de COD es de 100 gramos/kilogramo de textil.

4.4.2 Pre-tratamiento de Lanas

4.4.2.1 Fregado de Lanas Crudas

Nota: En un documento sobre la industria de la lana cuyo autor es T. Shaw (1999), se detalla información sobre el fregado de la lana cruda.

La lana cruda se debe fregar para quitar la tierra y la grasa. Típicamente, se hace esto usando agua, detergente y alcalina, pero también es necesario usar solvente para el fregado de modo de remover los aceites que no son solubles al agua (ver la sección 4.4.2.2, a continuación).

El afluente de fregado es fuertemente alcalino, y en el proceso de fregado presenta una significativa porción de cargas de BOD (Biological Oxygen Demand) y de COD en los vertidos o descargas de agua residuales. En dicho proceso, el alcalino descompone químicamente los aceites y los surfactantes naturales y suspende las impurezas. Si se utiliza un **APEO** Etoxilatos de Alquil-fenol) (e. g., OPEO-Octil Fenol-, NPEO-Nonil Fenol-) como surfactante (ver sección 3.x) se descompone en el agua residual para producir metabolitos aún más tóxicos: **alkilofenol**, el cual es reconocido por ser un interruptor del sistema endocrinológico en humanos y otros animales; y los politoxilatos. El **APEO** se debe reemplazar con alcohol etoxilatos o otras surfactantes biodegradables y que no son tóxicos.

4.4.2.2 Limpieza con Solvente de la Lana Cruda

El fregado con solvente (o, limpieza a seco) tiene ventajas técnicas si se la compara con el fregado de la lana cruda con agua. La acción de remover la sustancia hidrofóbica de la tela es más fácil, la energía que consume es más baja y no se requiere agua.

El limpiado a seco puede hacerse continuamente por completo (para los tejidos y las telas tejidas de punto) o, de manera discontinua en forma de cuerda (generalmente para las telas tejidas de punto).

Las impurezas son sacadas con solvente el cual es purificado y reciclado en un circuito cerrado. El rango del total del consumo de solvente se extiende de 1 % al 4 % en el peso de la fibra, dependiendo de la tecnología usada. El consumo no necesariamente es igual a la emisión debido a la presencia de los filtros que quitan el solvente de los gases de escape. En muchos casos, los tratamientos de acabado o finales (e. g. suavizante), pueden también se pueden llevar a cabo en las mismas plantas de solventes y usar la misma maquinaria. En este caso, se le agregan a los solventes el agua y los químicos basados en los surfactantes.

Las plantas solventes tienen un tratamiento de solvente incorporado y sistema de recuperación que quita impurezas y suciedad a través de destilación solvente. El lodo residual debe ser desechado. En caso de una concentración alta de solvente, el lodo se debe desechar como desecho peligroso.

Después de la destilación, el solvente debe ser enfriado, el cual requiere de abundante cantidad de agua fría. Cabe destacar que, el agua hervida nunca se contamina con el solvente y puede reutilizarse, por ejemplo, el agua usada para lavar en las fabricas que utilizan solventes y aquellas fabricas que tienen instalaciones destinadas al lavado. El solvente mayormente usado es el **percloroetileno**. En cambio, puede usarse el **cloruro de metileno**. Los riesgos causados por el **percloroetileno** a los humanos aún no están muy claros. Sin embargo, se ha comprobado que es cancerígeno suministrado a ratas en grandes cantidades. Las posibles emisiones durante la operación resultan de pérdidas emitidas de las partes de la máquina (las cuales pueden ser eliminadas o reducidas si la máquina se sella herméticamente) y por el transporte de solvente adherido a la tela de lana seca (1000 ppm). La mayoría de las máquinas modernas tienen un sistema de control incorporado que no permite que se abra la puerta delantera si la concentración del solvente en la máquina es más grande que los valores establecidos por las regulaciones nacionales.

Las fuentes posibles de emisiones solventes se pueden encontrar en el lodo residual, las emisiones de aire y el solvente residual en la tela.

Las plantas que son grandes requieren tanto energía termal como eléctrica, mientras que en pequeñas cantidades el calor necesario destinado a la destilación del solvente es proveído con fuentes de electricidad.

Las máquinas de limpieza a seco pueden ser clasificadas como máquinas de circuitos abiertos o, máquinas de circuitos cerrados, dependiendo de la trayectoria del flujo del aire para retirar la sequedad y el solvente de la tela al final del proceso de lavado.

Debe observarse que el circuito del solvente es siempre un circuito cerrado. El solvente se recicla y se recupera continuamente, lo cual permite utilizársele en el siguiente proceso de lavado.

4.4.2.3 Carbonización de la Lana Floja

A veces las lanas que se han fregado contienen impurezas tales como partículas vegetales, las cuales deben ser removidas antes del procesamiento textil. Las sustancias vegetales se destruyen y se quitan con ácido sulfúrico durante la carbonización. Las fibras de lanas son de origen proteico, y por lo tanto no se destruyen con ácido mineral. Con frecuencia, los restos del hilado se carbonizan antes del procesamiento. Dependiendo de la clase de bienes o mercancías crudas, la energía, el agua y las emisiones químicas pueden variar considerablemente.

El proceso consiste en remojar las fibras en un baño de ácido sulfúrico. Luego, las fibras se secan y se prensan, de esta manera las partículas vegetales se carbonizan, se machacan y se quitan.

Después, el pH se ajusta en un baño neutralizante el cual contiene sustancias alcalinas (típicamente, carbonato de sodio), y finalmente, se secan las fibras una vez más. El rango de la eficacia de la carbonización de la fibra floja va de 90 % a 95 %.

| Tabla 4.10: Consumo de Recursos en la Carbonización de Lana Suelta | | |
|---|-----------------|-------------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua | 12 – 93 | m ³ /t |
| Electricidad | 170 - 380 | kWh/t |
| Energía térmica | 15.700 | MJ/t |
| Ácido sulfúrico | ~ 30 | Kg/t |

| Tabla 4.11: Descargas de Agua de la Carbonización de Lana Suelta | | |
|---|-----------------|---------------|
| Descargas | Cantidad | Unidad |
| BOD | ~ 100 | mg/l |
| COD | N.A. | mg/l |
| Sulfato | ~ 3,000 | mg/l |
| TS | ~ 4,000 | mg/l |
| pH | ~ 4 | |

4.4.3 Pre-Tratamiento de Algodón y Lino

4.4.3.1 Chamuscar

Chamuscar es posible en los hilados (en forma de madeja; especialmente para hilos de coser), pero se realiza normalmente en telas de algodón, algodón con poliéster y algodón con sustratos con sustratos de poliamida. Las telas de algodón que muestran sus extremos fibras que resaltan en la superficie de la tela, n la apariencia de la superficie de la tela de tejido y en el teñido producen un efecto conocido como “helado”. El chamuscado reduce la tendencia de la viruta en las telas sintéticas. Este es el proceso de remover las fibras superficiales pasando la tela rápidamente (50 m/min – 300 m/min) sobre las llamas de gas y luego inmediatamente se las coloca en un baño para apagar las chispas y enfriar la tela. Este baño a menudo contiene una solución de desencolado y el paso final es una combinación de chamuscado y desencolado.

| Tabla 4.12: Consumo de recursos en Chamuscado (Energía Termal) | | |
|---|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Energía térmica | 0.4 – 1.2 | MJ/kg |

El chamuscado no tiene efectos sobre el efluente, ya que sólo requiere agua fría.

Durante el proceso, puede observarse un olor relativamente fuerte (aproximadamente 6000 OU/kg). El contenido específico de VOC (Volatile Organic Compounds-Compuestos Orgánicos Volátiles-) en el aire de escape es de aproximadamente 0.16g de compuestos orgánicos/kg de textil. El contenido de polvo en el aire de escape en promedio es de 0.26 g/kg de textil.

Una alternativa al chamuscado es un tratamiento “que abrillanta” y es realizado con enzimas de celulosa (que degradan extremos de la fibra) y agentes de dispersión (que mantienen productos de la degradación en solución).

4.4.3.2 Desencolado

El apresto de la urdiembre es una mezcla química aplicada a las fibras antes del proceso de tejido a fin de mejorar la fuerza y el comportamiento de flexión de los hilados. Los hilados de deformación torcidos muestran una buena resistencia y no necesitan apresto, excepto para las fibras finas. Los hilados de lino no llevan apresto sino que se enceran, por lo tanto no necesitan ser desencolados. La cera es eliminada en la fase del fregado.

El apresto tiene que ser removido de la tela cuando se completa la operación del tejido. Un eficiente desencolado es un requerimiento absolutamente esencial para una buena preparación de la tela. En el acabado del algodón, los afluentes de desencolado son de 40 % - 60 % de la cantidad de COD en las aguas residuales.

La carga de COD en los afluentes de desencolado depende del apresto elegido por el tejedor. Si se le agrega al una mayor cantidad de apresto al proceso de tejido, normalmente mejora el proceso, no obstante los hilos son a veces sobrecargados con apresto. Si este proceso no está bien controlado, el apresto puede estar distribuido de manera no homogénea sobre el hilado, y quizás sobrecargar algunas partes. La sobrecarga de los hilados obviamente causa más problemas en la fase de desencolado. Empresas no-afiliadas deben buscar acuerdos en materia de la cantidad de aprestos utilizados para las fábricas de tejido, y éstos últimos deben establecer los niveles de eficiencia y consumo.

| Tabla 4.13: Consumo de recursos en Desencolado | | |
|---|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua | 12 – 35 | l/kg |
| Energía térmica | 2 – 9 | MJ/kg |

| Tabla 4.14: Vertido de aguas procedentes Desencolado | | |
|---|-----------------|--------------------------------|
| Vertidos | Cantidad | Unidad |
| BOD | 50 – 14 | g O ₂ /kg de textil |
| COD | 88 – 130 | g O ₂ /kg de textil |
| Sólidos en suspensión (almidón – sin almidón) | 400 – 4000 | mg/l |
| pH | 6 – 8 | |

Desencolado Enzimático

Los tratamientos enzimáticos se usan extensamente en telas de algodón que contienen almidón como apresto; las amilasas son particularmente convenientes. Las enzimas son útiles porque reaccionan específicamente a los almidones. Por ejemplo, la amilasa descompone el algodón pero no así la celulosa. Anteriormente se usaban los extractos de malta, hoy sin embargo, han sido reemplazados por las amilasas bacterianas. Cuando la composición del apresto no se conoce completamente, una opción puede ser una mezcla de enzimas (celulosa, lipasa, amilasa). La estabilidad y actividad de las enzimas depende de muchos factores, incluyendo el pH, la temperatura, la presencia de activadores (especialmente iones del metal) y de agentes humectantes.

La operación puede ser llevada a cabo por un proceso de lotes, pero más comúnmente se usa sistemas continuos o, semi-continuos. Bajo condiciones de granel, la tela se rellena en la preparación enzimática y por lotes, pero en general la temperatura del licor de la enzima en el material de textil está por debajo de ser óptimo. Como la degradación enzimática del almidón es una reacción dependiente del tiempo/temperatura, en la práctica, es necesario un período de la calefacción o un adecuado tiempo en el frío. La hinchazón, la degradación y la disolución de los productos del apresto son reacciones que requieren 20 horas en orden de producir una solución acuosa homogénea de productos de degradación de almidón sobre la tela que puede ser fácilmente removida. El empleo de enzimas estables a altas temperaturas permite un desencolado más fácil y rápido, con continuos paños de vapor.

Después de la degradación enzimática, algunos residuos de almidón resultan solubles al agua, pero otros relativamente largos o residuos conectados en cadena requieren de un tratamiento alcalino para convertirse en soluble. El proceso de quitar productos solubles de la degradación del almidón a través del lavado, tiene que ser cuidadoso, ya que cualquier almidón degradado residual causa problemas en el teñido. Dependiendo del tipo y estructura de la tela, se lavan en forma de cuerda o en máquinas de lavar continuas. Alternativamente, se pueden lavar en un torno o en una plantilla, aunque es más lento si se lo compara con el proceso continuo.

Desencolado Oxidativo

Por muchos años, se sabe que la degradación oxidativa de los desencolados de almidón, como una alternativa de enzimas o ácidos. Antes de blanquear con peróxido de hidrógeno, los licores diluïdos hipoclorito se usaban para el desencolado a través del proceso de pad por foulard. Más recientemente, el peróxido de hidrógeno o, persulfatos se ha lo asocia generalmente con el desenconado oxidativo.

El desencolado oxidativo es particularmente usado cuando no se sabe completamente la composición de los aprestos, o cuando los almidones de baja porque no es substrato específico; sin embargo, si no está bien controlado, puede atacar a las fibras de celulosa. El desencolado con persulfato de sodio, auxiliares alcalinos son utilizados con aprestos compuestos de almidón y PVA (Polyvinyl Alcohol).

Desencolado Ácido

Los tratamientos de desencolado con ácido degradan aprestos a base de almidón y ofrecen la ventaja de remover las sales de calcio y magnesio de las telas con celulosa. La concentración de ácido hidroclicrico utilizada puede ser tan alta como 2 % para remojarla durante un tiempo corto o, tan baja como 0.2 % durante toda la noche. Se tiene que tener cuidado para evitar cualquier riesgo de que se reseque de manera localizada, de lo contrario podría ocurrir un daño hidrolítico en la celulosa.

Retiro de Aprestos Solubles al Agua

Los aprestos solubles al agua son desencolados en una solución alcalina suave que contiene detergente o, sin ningún auxiliar (como con el reciclaje del apresto con el uso de la tecnología de ultrafiltración). La solubilidad del agua de aprestos sintéticos disminuye a través del secado de los hilos con apresto y chamuscado. Se le debe dar un tiempo adecuado para la inmersión en licor de decolado para así asegurar la absorción máxima del licor e hinchazón. Para remover la solubilidad del apresto se requiere un lavado cuidadoso con agua caliente.

Cuando el proceso es a granel, donde la tela chamuscada pasa a través del licor al mismo tiempo que por la máquina que chamusca, se prefiere un proceso doble con paso de aire intermedio. Los procesos semi continuos, son muy efectivos ya que permiten que el apresto se hinche mediante el almacenamiento de la tela impregnada durante algunas horas. Los lavados posteriores en este caso sólo funcionan para remover el apresto que se ha separado previamente.

4.4.3.3 Mercerización

Nota: Cabe destacar que la mercerización no se realiza en productos de lino, los cuales se tratan con una concentración más baja de soda cáustica.

Mergerización con Soda Cáustica

El tratamiento de mergerización con soda cáustica hincha y reorienta la estructura de la celulosa, creando más sitios para la vinculación química y física en fibras maduras de algodón. Esto mejora la absorción del colorante, la fuerza extensible, la estabilidad dimensional y el lustre.

La mergerización se lleva a cabo en los siguientes productos:

- Hilados torcidos después de ser chamuscados
- Hilados destinados a costura o tejido de punto (en la hornada o, continuo para los hilados de urdiembre)
- Telas tejidas o hechas punto, grises, chamuscadas y desencoladas. Blanqueadas, o teñidas.

Las telas pueden ser mergerizadas sobre (a) un mergerizador de cadena (para telas tejidas), el cual tensa directamente la trama, o, (b) sobre un mergerizador sin cadena (para telas tejidas y telas de punto), el cual tensa indirectamente a través de la trama. El tratamiento bajo tensión es la opción más efectiva, pero la mergerización sin cadena (chainless) es a menudo preferida para incrementar el rendimiento de la producción.

La concentración de soda cáustica típicamente usada es de 270 g/l – 300 g/l (28 °Bé – 30 °Bé). Se ha introducido un proceso de mergerización caliente, el cual consiste en la saturación de la soda cáustica cerca del punto de ebullición, el estiramiento y el enfriado, seguido por lavado y secado bajo tensión. Este procedimiento asegura lo siguiente:

- Mejor penetración del licor
- Incremento de la eficacia del tratamiento, ambos en términos de tiempo y rendimiento
- Efecto de fregado destellante, equivalente al fregado cáustico realizado antes del blanqueo con peróxido
- Buena acción de desencolado

Los agentes húmedos son fundamentalmente para mejorar la penetración del licor en la tela durante la mergerización, especialmente a temperatura ambiente. Los sulfonatos son comúnmente usados como agentes húmedos en el proceso de la mergerización, mezclados con surfactantes no iónicos y ésteres fosfóricos.

El uso de la mergerización puede alcanzar una reducción del 30 % - 50 % del consumo de colorantes. Por otra parte, el proceso de mergerización, la descarga de agua de desperdicio o residual se caracteriza por un alto nivel de pH.

Tabla 4.15: Consumo de recursos en el proceso de Mercerización

| Entradas | Cantidad | Unidades |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Agua | 23-95 | l/kg |
| Electricidad | N.A. | KWh/kg |
| Energía Térmica (incluye secado) | 5-11 | MJ/kg |
| Productos Químicos | N.A. | g/kg |

Tabla 4.16: Descarga de Aguas en el proceso de Mercerización

| Descargas | Cantidad | Unidad |
|-----------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| BOD (Biological Oxygen Demand) | 10 - 14 | g O ₂ /kg de textil |
| COD (Chemical Oxygen Demand) | N.A. | g O ₂ /kg de textil |
| Sólidos suspendidos | ~ 1 | g O ₂ /kg de textil |
| Niveles de pH | 5.5-9.5 | |

Amoníaco usado para Mercerizar

El amoníaco líquido anhidro se puede utilizar para obtener efectos similares a los usados en el proceso de mercerización con soda cáustica y para mejorar la recuperación del pliegue, aunque el esponjamiento no es tan eficaz y el grado de lustre es inferior. Los rastros de amoníaco tienen se eliminan preferentemente con un tratamiento de calor seco (térmico) seguido por vapor.

4.4.3.4 Tratamiento con Soda Cáustica

Los tratamientos con soda cáustica son a veces llevados a cabo bajo las siguientes condiciones en orden de inducir la tela a que se contraiga y así mejorar el rendimiento de la mercerización:

- A baja concentración alcalina (145 g/l – 190 g/l = 18 °Bé - 22 °Bé) comparada con la concentración para mercerizar
- A temperaturas entre los 20 °C and 30 °C, y
- Sin tensión

Este tratamiento es usualmente llevado a cabo en algodón no mercerizado y en lino (en el cual el paso de la mercerización nunca se lleva a cabo).

4.4.3.5 Fregado

El fregado utiliza alcalino (hidróxido de sodio, carbonato de sodio; a una Temperatura de entre: 90 °C - 102 °C) para saponificar óleos naturales, y surfactantes destinados a emulsionar y suspender impurezas no saponificables en el baño de fregado. Respecto al lino, el proceso de fregado también sirve para eliminar las ceras aplicadas antes del proceso del tejido. Partículas de la corteza (en el algodón) o, partículas de paja (en el lino) se vuelven más suaves y posteriormente, no se mercerizan a través del blanqueo. Esto tiene como resultado una fibra más absorbente, con características que realzan la humedad.

El fregado puede ser llevado a cabo en telas tejidas con o sin apresto, tejidos de punto e hilados. Los ciclos específicos del fregado varían dependiendo del tipo de la fibra, hilado, y de la constitución del paño. El algodón y el lino se pueden fregar de distintas maneras. El grado de remoción o retiro de las impurezas de la tela depende del tiempo, temperatura y concentración de la soda cáustica. El rango de las condiciones del funcionamiento en el tratamiento de fregado es muy extenso, ya que va de temperaturas bajas a altas temperaturas de una manera rápida. Estos factores alternadamente se relacionan directamente con el costo en términos de tiempo de transformación (del proceso), energía y química. El fregado en condiciones severas (altas temperaturas, alto pH) puede resultar en pérdida de peso de hasta 14 % - 16 %. La fase del fregado también inevitablemente resultar en algunos daños químicos en la fibra de algodón.

Las dos fuentes principales de polución en el proceso son contaminantes grises de las telas (especialmente subproductos naturales del algodón: pectinas, ceras, metales y **pesticidas**) y surfactantes no fáciles de ser biodegradables.

Los surfactantes utilizados para el fregado típicamente son mezclas de:

- Surfactantes no iónicos: alcohol etoxilatos, **Alquilfenol Etoxilatos**, (ver sección 3.3.1)
- Surfactantes aniónicos: sulfonatos, fosfatos, carboxilatos.

Los agentes complejos son utilizados para eliminar impurezas metálicas (hierro, cobre, etc) los cuales pueden dañar la tela durante el blanqueo realizado con peróxido de hidrógeno, (i. e, catalizadores), o, conducen a los puntos del teñido (es decir, iones de metales alcalino-térreos). El agua se debe suavizar para asegurar la eliminación de metales de alcalino-térreos.

| Tabla 4.17: Descargas de Agua de Desperdicio en el proceso de Fregado | | |
|--|-----------------|--------------------------------|
| Descargas | Cantidad | Unidad |
| BOD (Biological Chemical Demand) | ~ 23 | g O ₂ /kg de textil |
| COD (Chemical Oxygen Demand) | ~ 94 | g O ₂ /kg de textil |
| Sólidos en suspensión | 2,200 – 17,400 | mg/l |
| Niveles de pH | 10 - 13 | |

4.4.4 Pre-Tratamiento de la Seda

4.4.4.1 Fregado

Para preparar un hilado de seda para el teñido y telas de seda para el teñido e impresión, es necesario remover parcial o completamente la sericina, los aceites naturales, y las impurezas orgánicas. Según la cantidad específica de sericina removida a través del proceso de fregado, el proceso puede ser definido como enmohecido, suave, desgomado. El proceso enmohecido es sólo llevado a cabo en las telas.

El fregado remueve la sericina de manera más uniforme cuando se realiza en el hilado en sí mismo, no obstante, el proceso es llevado a cabo en la tela en orden de usar al máximo la capacidad protectora del sericina como "apresto natural" contra posibles daños durante el tejido.

La degradación hidrolítica de la macromolécula de la proteína de la sericina se alcanza simplemente usando los jabones, los surfactantes sintéticos, y las mezclas de jabones y surfactantes sintéticos en un procedimiento enzimático, en agua, a alta temperatura y bajo presión.

El fregado puede llevarse a cabo en una solución neutral, ácida o alcalina, en función de obtener el resultado requerido.

4.4.4.2 Proceso con Fregado mínimo

El proceso enmohecido remueve todas las diferentes sustancias derivadas de las operaciones previas de las telas de seda cruda; elimina la sericina a un mínimo de (1 % - 2 %), de modo que la tela permanece tiesa. La operación es llevada a cabo en un baño alcalino, muy leve, con jabón y a baja temperatura.

4.4.4.3 Desgomado

Este tratamiento se realiza en los hilados y las telas y asegura una eliminación completa de la sericina (presente en la seda cruda en un promedio entre el 20 % y el 25 %), y de los productos agregados en las operaciones previas, sin modificar la fibroína. La solución es extremadamente importante para controlar la temperatura.

Desengomado con Jabón

Las telas e hilados se sumergen en dos baños (baños de desengomado). Cada baño contiene jabón verde en diferentes concentraciones. La tela y el hilado se lavan con amoníaco y luego se enjuaga. La temperatura del proceso varía entre los 95 °C and 98 °C; la concentración del jabón del baño del desgomado varía entre los 10 g/l y 15 g/l. En promedio, el tratamiento completo dura dos horas. Es posible utilizar nuevamente los baños después de agregar el jabón apropiado.

Desengomado con Detergentes Sintéticos

Para el proceso de desengomado, se utilizan surfactantes no-iónicos sintéticos (e. g., alcohol graso de etoxilato) que sirven para reemplazar total o parcialmente el jabón.

También es posible combinar el desgomado con la oxidación o, reduciendo el blanqueo y en algunos casos, aún utilizar el teñido, que ayuda a ahorrar agua y energía. Generalmente, las mezclas de detergente y alcalina son utilizados a temperaturas cerca de los 95 °C - 98 °C. Este tratamiento es conveniente para procesos continuos.

Desgomado bajo Presión a alta Temperatura

El desgomado bajo presión a alta temperatura es un tratamiento específico utilizado para desgomar hilados. El proceso requiere un adecuado baño sin surfactantes y la temperatura debe variar entre los 110°C and 140°C. Asimismo, se requiere un lavado pos-tratamiento para eliminar sustancias utilizadas en procesos previos.

4.4.4.4 El Peso de la Seda

La operación que consiste en pesar la seda es llevada a cabo mayormente en los hilados y permite que los mismos recuperen el peso perdido que resulta de la eliminación de sericina. El tratamiento consiste en la deposición de las sales de estaño o mediante el injerto de cadenas de polímero a los grupos funcionales de la cadena de proteína de fibroína. El peso es definido como "igual" si el peso final del sustrato es el mismo que antes del desgomado, y "mayor" si el peso alcanzado es mayor. El peso de la seda es diferente en tacto y en drapeado.

Peso de Minerales

El hilado de la seda se somete a un tratamiento utilizando **tetracloruro** de estaño en baños de diferentes concentraciones (baños fuertes y débiles) en un ácido mediano. En un baño fuerte, el peso de la seda puede incrementarse en un 10 % simplemente por absorción de sal. Luego, el procedimiento es precedido por lavados realizados en distintas etapas para eliminar sal que no se ha fijado y para hidrolizar sal presente en la fibra. Estas operaciones pueden repetirse para aumentar el peso de la seda. Para asegurar la fijación de sales de estaño, la operación de pesar la seda se termina primero con un tratamiento en una solución básica del fosfato de sodio y luego, con se la trata con silicato de sodio.

Las desventajas de este procedimiento son (a) la cantidad de tiempo utilizado en el proceso, (b) la cantidad de agua y energía que se consume, y (c) el impacto al medio ambiente asociado con la cantidad de estaño en el agua de desperdicio.

Peso con Monómeros de Vinilo

El injerto de **monómeros de vinilo** en la seda representa una alternativa al tradicional peso de minerales. Tal método no sólo permite a la tela de seda el aumento de peso deseado, sino que también mejora las características o propiedades y el rendimiento de la seda. La co-polimerización con **monómeros de vinilo** es llevada a cabo a través de métodos de activación radical (sistemas redox, UV, y rayos ultravioletas y más). El comportamiento de la seda teñida puede ser modificado por el peso.

La **metacrilamida (MAA)** es una de los monómeros más frecuentemente usados industrialmente.

Peso de la Seda con Metacrilamida (MAA)

El peso **MAA** es una aplicación simple. La activación radical se obtiene a través del persulfato de amoníaco o de potasio. Otros activadores radicales, los cuales están compuestos de sistemas redox, no se aplican a nivel industrial.

Mezcla en el Peso

A menudo, se utiliza la mezcla con **Estaño/MAA** en el nivel industrial en orden de medir las características finales de los compuestos sometidos al mineral o al peso de **MAA**.

4.4.5 Blanqueo

Cuando el color natural de la tela interfiere con los resultados de coloración, es necesario blanquear todas las mercancías grises (algodón, lana, sintéticas). Generalmente así sucede, a menos que se prevea teñir en un tono oscuro, es preferible evitar el blanqueo.

Los principales agentes de blanqueo oxidativos son el peróxido de sodio, el hipoclorito de sodio, y el clorito de sodio. Los procesos basados en la oxidación a través del cloruro plantean el problema de la formación de AOX. Resulta preocupante el hecho de que pueda convertirse en **triclorometano cancerígeno (cloroformo)** durante los tratamientos con hipoclorito y, en cantidad creciente durante el blanqueo combinado con el peróxido de hipoclorito. Los principales agentes que reducen el blanqueo son el dióxido de sulfuro, sulfitos, bisulfitos y ditionitos.

Los agentes de blanqueo que oxidan son utilizados en telas de celulosa; ambos, los agentes de blanqueo que reducen y oxidan son utilizados sobre fibras de proteína.

Dado que la concentración del cloro en aguas residuales de descarga está sujeta a límites legislativos, el peróxido de hidrógeno se está convirtiendo en la opción más común para el blanqueo. Sin embargo, el lino y el algodón, cuando se requiere de un alto grado de blancura, se siguen blanqueando con clorito de sodio, o para blanquear coloraciones defectuosas. Generalmente, el lino se blanquea en la fibra, en este caso, las fabricas que tratan telas del lino no necesitan realizar un paso severo de blanqueo en las mismas.

4.4.5.1 Blanqueo con Peróxido de Hidrógeno

El peróxido de hidrógeno es el más común de los agentes blanqueadores para el algodón. El blanqueo con peróxido puede ser llevado a cabo sobre fibras grises o, fregadas.

El blanqueo con peróxido de hidrógeno se efectúa bajo condiciones alcalinas (pH 12 – 12.5) generalmente, proporcionadas por soda cáustica. La temperatura de la operación varía en un amplio rango que va de la temperatura ambiente a altas temperatura. Una buena acción blanqueadora se realiza entre los 60 °C - 80 °C.

El tratamiento con hipoclorito, y blanqueado con peróxido de hidrógeno junto con soda cáustica a alta temperatura degrada las partículas de estaño. El fregado en autoclave deviene innecesario. Si se utilizan agentes y detergentes de dispersión apropiados, el fregado puede ser eliminado en conjunto. Estabilizadores químicos (silicato de sodio, tripolifosfato, pirofosfato de sodio, borato, polímeros acrílicos, y **fosfonatos**) son siempre requeridos, porque el peróxido es extremadamente inestable bajo alcalino y condiciones de alta temperatura.

Las impurezas ferrosas deben ser eliminadas porque ellas catalizan la descomposición del peróxido con posteriores daños a la celulosa y pérdida de las propiedades de blanqueo en el baño. Las resinas acrílicas son comúnmente agentes quelantes (quelatos), como los **fosfonatos**. Generalmente, se le agregan agentes de desaireación tales como, el fosfato tributil y el fosfato tributoxietilo.

Las emisiones de aire que resultan del blanqueo son insignificantes (0.04 g orgánicos C/kg de textil) tanto como del secado después del blanqueo (0.02 g orgánicos C/kg de textil).

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|-----------------------|-------------|--------|
| Tratamiento del agua | 14 – 24 | l/kg |
| Enfriamiento del agua | ~ 6 | l/kg |
| Electricidad | 0.10 – 0.13 | l/kg |
| Energía térmica | 3 – 5 | MJ/kg |
| Auxiliares | 15 – 25 | g/kg |
| Productos químicos | 50 - 60 | g/kg |

| Emisiones | Cantidad | Unidad |
|-----------------------|----------|--------------------------------|
| BOD | ~ 2 | g O ₂ /kg de textil |
| COD | ~ 20 | g O ₂ /kg de textil |
| Sólidos en suspensión | ~ 900 | mg/l |
| Nivel de pH | ~ 6 | |

| Emisiones | Cantidad | Unidad |
|-----------------------|----------------|--------|
| BOD | 90 – 1,700 | mg/l |
| COD | 3,500 – 13,500 | mg/l |
| Sólidos en suspensión | 800 – 15,000 | mg/l |
| Niveles de pH | 6 – 9 | |

4.4.5.2 Blanqueadores que contienen Hipoclorito de Sodio

El hipoclorito se puede proveer como una solución de hipoclorito de sodio o en polvo como hipoclorito de calcio o dicloroisocianurato de sodio. En condiciones alcalinas, el oxígeno activo desarrolla y realiza su reacción de blanqueo.

La formación excesiva de oxígeno debe evitarse agregando ceniza de sosa para guardar el pH de entre 9 – 11 y la temperatura para el blanqueo debe permanecer entre los 20 °C – 25 °C.

El blanqueo con hipoclorito puede ser llevado a cabo en tanda (atreves de los procesos conocidos como: jig, winch beck y jet) semi-continuo (estampado por lote-pad-batch-) y continuo (U-Box, J-Box, transportador industrial y sistemas de inmersión).

El lavado y el tratamiento de anti-cloro con los agentes de reducción (especialmente ditionito, tiosulfato) a temperatura ambiente debe de aplicarse para fin de eliminar el hipoclorito y las aminas de cloro generadas por el blanqueo. El peróxido de hidrógeno puede emplearse también para obtener un creciente grado de blancura. (combinado con peróxido de cloro).

4.4.5.3 Blanqueo a través de Clorito de Sodio

El blanqueo con clorito de sodio produce óptimos resultados en las fibras de celulosa, en particular, asegura un alto grado de blancura. Es particularmente conveniente para blanquear el lino. Cuando las telas son tratadas con almidón como apresto, las fibras pueden ser tratadas en crudo incluso sin apresto. Las partículas de la cáscara de las fibras son eliminadas con peróxido. El blanqueo con clorito de sodio es llevado a cabo bajo condiciones ácidas (pH 3 – 5 para permitir una rápida y máxima reacción) agregando almacenadores intermedarios tales como sales del ácido fosfórico, fórmico, o acético a temperaturas de entre los 70 °C - 95 °C. Se le agrega el nitrato de sodio como inhibidor de la corrosión para proteger superficies del acero inoxidable. Los procedimientos fríos han sido desarrollados para disminuir la toxicidad y los problemas de corrosión. Para esto se usa el **formaldehído** como un activador.

Un surfactante aniónico es necesario para ayudar a la penetración y el retiro de la mugre. El orden en el cual los diferentes auxiliares son introducidos tiene que ser controlado para evitar un contacto directo entre la concentración de la solución del clorito de sodio y los ácidos.

El clorito de sodio debe ser manejado y almacenado cuidadosamente porque presenta riesgos de toxicidad y corrosión. Las mezclas de clorito de sodio con sustancias combustibles o agentes de reducción pueden ser peligrosas, especialmente cuando están sujetos al calor, a la fricción o al impacto. El **dióxido de cloruro** es liberado en contacto con ácidos y la descomposición del clorito de sodio produce el oxígeno, que apoya la combustión. El clorito de sodio es muy corrosivo y los derrames necesitan ser lavados con bastante agua.

4.4.5.4 Blanqueadores Combinados

A veces, el blanqueo es llevado a cabo en dos etapas: en primer lugar se usa un agente oxidante, el cual es seguido por otro sistema de blanqueo que sirve para mejorar la blancura. La combinación más común consiste en un tratamiento del hipoclorito seguido de un baño de peróxido de hidrógeno al cual se le adhiere agentes blanqueadores ópticos.

4.4.5.5 Blanqueadores Ópticos

Además de los blanqueadores usados comúnmente, algunas fábricas usan blanqueadores ópticos. Los blanqueadores ópticos no blanquean verdaderamente, sin embargo, los químicos fluorescentes que emiten una luz azulada, ocultan la tonalidad amarillenta. Se aplican las sustancias utilizando los mismos procesos usados para los colorantes. Estos agentes que otorgan brillo son a menudo estilbeno compuestos y actúan como un tinte directo invisible. Cabe destacar, que el blanqueo óptico también se puede realizar en la etapa final.

4.4.6 Lavado de Tela

4.4.6.1 Agua para el Lavado

Normalmente, el agua caliente (40 °C– 60 °C) se usa con detergentes específicos. Las telas delicadas se lavan, a veces, con solvente en vez de agua, y a veces en ambas, en agua y también se limpian a seco.

Los factores importantes en el lavado son:

- Características del agua
- Opción de jabones y detergentes
- Acciones Mecánicas
- Temperatura y pH
- Enjuague

Para el lavado se utiliza una combinación de un agente que humedece y detergente ya que es importante que todo el aire sea expulsado de la tela de modo que el detergente pueda actuar de manera eficaz. Normalmente, se utiliza la combinación de surfactantes aniónicos y no-aniónicos. La opción de surfactantes es importante ya que deben ser eficaces en alcalinos fuertes. Los detergentes emulsionan los aceites minerales y dispersan los pigmentos sin disolver. La opción de los surfactantes también varía con el tipo de material de la fibra.

Se requieren grandes cantidades de agua para el lavado y enjuague. Cabe destacar, que el proceso de lavado también consume grandes cantidades de energía termal, primero porque el lavado se ejerce en los 40 °C– 60 °C, y también, porque el secado es necesario. El consumo de electricidad es absolutamente bajo. La Tabla 4.21 muestra el consumo y los niveles de emisión durante el lavado (para el fregado de algodón ver Tabla 4.17). Para más información sobre emisiones específicas de materiales sintéticos durante el pre-tratamiento en el lavado, ver Sección 4.4.1.

| Tabla 4.21: Consumición del Recurso en el Agua para el Lavado | | |
|--|-----------------|-----------------|
| Insumos | Cantidad | Unidades |
| Agua | 6 – 20 | l/kg |
| Electricidad | 0.02 – 0.120 | kWh/kg |
| Energía térmica | 1.3 - 3.4 | MJ/kg |
| Productos químicos | 10 – 30 | g/kg |

| Tabla 4.22: Descargas de aguas procedentes del lavado de lana | | |
|--|-----------------|--------------------------------|
| Emisiones | Cantidad | Unidad |
| BOD | ~ 47 | g O ₂ /kg de textil |
| COD | ~ 113 | g O ₂ /kg de textil |
| Sólidos en suspensión | N.A. | g/kg de textil |
| Niveles de pH | N.A. | |

| Tabla 4.23: Descargas de Agua del Lavado de Sintéticos | | |
|---|-----------------|--------------------------------|
| Emisiones | Cantidad | Unidad |
| BOB | ~ 14 | g O ₂ /kg de textil |
| COD | ~ 86 | g O ₂ /kg de textil |
| sólidos en suspensión | 5 – 60 | g O ₂ /kg de textil |
| Niveles de pH | 8 - 10 | |

4.4.7 Limpieza a Seco

La limpieza a seco de manera industrial es muchas veces necesaria. El fregado con solvente tiene algunas ventajas técnicas comparadas con el fregado realizado con agua; el retiro de la sustancia de hidrofóbica de la tela es más fácil, la energía que se consume es más baja y no se requiere agua.

La limpieza a seco es llevada a cabo continuamente en toda su magnitud (para telas tejidas y tejidos de punto) o discontinuamente en forma de cuerda (generalmente para telas tejidas de punto).

Las impurezas se removidas por el solvente, las cuales se purifican y reciclan en un circuito cerrado. El rango del consumo total del solvente va desde el 1 % al 4 % por peso de la fibra dependiendo de la tecnología usada. El consumo no es necesariamente igual a la emisión por la presencia de filtros los cuales quitan el solvente de los gases de escape.

En muchos casos, los tratamientos finales (e. g., suavizante) pueden ser llevado a cabo en la misma planta y con la misma maquinaria. En este caso, para limpiar los solventes, se le agrega agua y químicos basados en surfactantes.

Las plantas solventes tienen un sistema de tratamiento y recuperación incorporado, el cual remueve impurezas y suciedad por la destilación del solvente. El lodo residual debe eliminarse y, dependiendo de la concentración del solvente, debe eliminarse como residuos peligrosos.

El solvente debe enfriarse después de la destilación. Este proceso requiere de abundante agua fría. Cabe destacar que el agua calentada nunca es contaminada por el solvente y puede ser usada nuevamente, por ejemplo, para el agua de lavado en las fábricas que usan solvente y riegan las instalaciones en donde se lava. El solvente más usado es el **percloroetileno**. Las posibles emisiones durante la operación de la limpieza a seco resultan de pérdidas vía piezas de la máquina (las cuales pueden ser eliminadas o reducidas por el lacre hermético de la maquinaria) y del transporte de solvente adherido a la tela de lana seca (10 ppm). Las máquinas más modernas tienen un sistema de control incorporado que no permite que la puerta delantera de la máquina se abra si la concentración del solvente en la máquina es mayor que los valores establecidos por las regulaciones nacionales. Otras posibles fuentes de emisiones de solventes son el lodo residual y el solvente residual de la tela.

Las plantas grandes requieren ambas energías: termal y eléctrica, mientras en las plantas pequeñas, el calor necesario para la destilación del solvente es provisto por la electricidad.

Las máquinas de limpieza a seco pueden estar subdivididas en dos grupos – máquinas de circuito abierto – y de circuito cerrado – dependiendo de la trayectoria del flujo del aire usado para el retiro de la sequedad y del solvente de la tela en el final del proceso de lavado:

El circuito del solvente es siempre cerrado; el solvente es continuamente reciclado y recuperado, y utilizado en el siguiente proceso de lavado.

4.4.7.1 Máquinas de Circuito Abierto

Cuando el ciclo del lavado se termina, las máquinas de circuito abierto toman grandes cantidades de aire del ambiente, lo calientan con un cambiador de calor de vapor y lo introducen en la máquina, evapora el solvente y lo elimina casi totalmente de las telas limpias. Luego, estas máquinas envían el aire con bastante solvente a un sistema de filtrado centralizado (filtros de carbón). Los filtros requieren mantenimiento para que la limpieza se realice en óptimas condiciones. Las plantas de filtrado más modernas permiten la descarga dentro de atmósfera debajo de los 3 – 4 ppm de solvente, muy por debajo de la regulación actual. El proceso de secado es muy rápido porque en cada ciclo, se usa aire fresco.

4.4.7.2 Máquinas de Circuito Cerrado

En el circuito cerrado, las máquinas utilizan el mismo volumen de aire para llevar a cabo el proceso de secado en orden de reducir la cantidad de solvente liberado a la atmósfera.

El proceso es consecuentemente más lento (toma aproximadamente de 30 % - 40 % más en términos de tiempo) y requiere un esquema sofisticado de la planta. En este caso, el aire con poco solvente se calienta por primera vez por medio de un intercambiador de calor y luego se envía dentro de una máquina. Luego, en vez de filtrarse y liberarse a la atmósfera, el aire rico en solvente se trata internamente. Tal tratamiento consiste en la recuperación del solvente por medio de la condensación en un refrigerador. Cuando se remueve el solvente del aire y recuperado, el aire pobre en solvente se calienta y reutiliza continuamente. Por lo tanto, es necesario contar con una planta de refrigeración que incrementa el consumo de la electricidad, el cual es parcialmente compensado por la reducción del consumo del solvente. El solvente que se recupera es enviado a una planta centralizada, en donde es destilado y purificado.

Las máquinas de circuito cerrado no requieren de un filtro de carbón activo.

Aún si el agua no se usa directamente en el proceso, se necesitan grandes cantidades de agua para su enfriamiento. Estas aguas no están contaminadas por el solvente y se almacena en depósitos. Si hay lavadoras que usan agua en la misma fábrica, se utiliza agua tibia producida durante el proceso de enfriamiento, en virtud de ahorrar agua y energía. El agua que enfría, en cambio, se descarga sin ningún tratamiento.

| Tabla 4.24: Consumo de recursos en el Servicio de tintorería continua | | |
|--|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua | 6 – 14 | l/kg |
| Electricidad | 0.03 - 0.06 | kWh/kg |
| Energía térmica | 0.7 - 1.7 | MJ/kg |
| Solvente | ~ 20 | g/kg |

| Tabla 4.25: Consumo de recursos en el servicio de tintorería por lotes (Unidad de carga 10kg,circuito cerrado) | | |
|---|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua | ~ 30 | l/kg |
| Electricidad | ~ 0.3 | kWh/kg |
| Solvente | ~ 15 | g/kg |

| Tabla 4.26: Consumo de productos químicos en la limpieza en seco | | |
|---|-----------------|---------------|
| Limpieza en seco- Circuito Abierto | Cantidad | Unidad |
| • Percloroetileno | ~ 35 | g/kg |
| Limpieza en seco - Circuito Cerrado | Cantidad | Unidad |
| • Percloroetileno | ~ 15 | g/kg |
| Tratamiento suavizante – Circuito Abierto | Cantidad | Unidad |
| • Agua | ~ 0.07 | l/kg |
| • Percloroetileno | ~ 35 | g/kg |
| • Otros productos químicos | ~ 22 | g/kg |
| Tratamiento suavizante – Circuito Cerrado | Cantidad | Unidad |
| • Agua | ~ 0.07 | l/kg |
| • percloroetileno | ~ 15 | g/kg |
| • Productos químicos | ~ 22 | g/kg |

4.5 Teñido

El teñido es un proceso necesario en la cadena textil e incrementa significativamente el valor económico del producto. Las fibras, hilados, y telas, e incluso la ropa pueden teñirse. Las dos principales técnicas utilizadas en el teñido son las de teñido por agotamiento y a través del proceso Teñido en Foulard. En el teñido por agotamiento, el material se lleva a un equilibrio con una solución que contiene el tinte por unos minutos u horas. El mencionado proceso, es discontinuo

En este proceso, se usan diferentes máquinas, dependiendo de los sustratos que se tiñen y del uso final de los textiles teñidos. Cada máquina se caracteriza por su cociente típico del licor (volumen del peso textil en kilogramos (1)).

En el proceso Teñido en Foulard, el colorante se aplica mecánicamente al sustrato (el licor recoge en un rango que va entre el 50 % al 100 %, dependiendo del sustrato y el proceso de teñido). Y luego se fija en un proceso semi-continuo (generalmente al vapor). Normalmente, el teñido tiene lugar en instalaciones especializadas en estas operaciones y procesa mercancías que pertenecen a clientes particulares, pero plantas integradas pueden incluir una casa de tintura en función de procesar sus propios materiales.

Como se mencionó previamente, los colorantes se descargan en parte, en el agua de desperdicio dependiendo de su grado de fijación. Cerca de todos los auxiliares orgánicos e inorgánicos utilizados en el proceso de teñido se descargan en el afluente de agua de desperdicio. Para algunas sustancias (e. g., sistemas portadores), emisiones de aire (atmósfera en el lugar del trabajo, emisión del gas de escape durante el tratamiento termal) deben ser consideradas.

Normalmente las emisiones de agua de desperdicio para el teñido continuo (especialmente para grandes cantidades de textiles) son más bajas comparada con proceso del Teñido en Foulard. Las descargas de agua de desperdicio asociadas con el teñido continuo son causadas por los residuos del rodillo del acolchado y del enjuague de las mercancías teñidas.

Con el agotamiento del teñido, la descarga de aguas de desperdicio pueden ser estimadas si una tiene la siguiente información:

- La fórmula del teñido (con conocimiento de las concentraciones de sustancias activas --COD, AOX, contenido de metal, etc. en colorantes y auxiliares)
- El grado de fijación de los colorantes
- Posibles excepciones (especialmente sustancias del portador) tales como sustancias son parcialmente fijas en los sustratos (colorantes) o sustancias las cuales reaccionan durante el teñido (agentes de reducción, etc.)

El rango de las concentraciones de colorantes en el teñido por agotamiento va de 0.1 g/l y 1 g/l (máximo 100 g/l). Para los procesos semi-continuos la concentración del colorante en el proceso que utiliza el licor en cantidades desde 1 g/l y 10 g/l (máximo 100 g/l). Para el proceso de teñido continuo, las concentraciones utilizadas son de 10 g/l y 100 g/l.

El consumo de agua, energía, colorantes, y auxiliares varía en un considerable rango dependiendo del sustrato que se tiñe (tipo de fibra (PES, CO, PA etc), estructura (fibra, hilados, tela), el uso final del textil, las diferentes máquinas de tintura, el cargamento de la máquina, el proceso utilizado para teñir, la cantidad a teñir, los requisitos de la calidad del cliente y aspectos económicos, etc. Por otra parte, la consumición del colorante depende del tono del color (normalmente los tonos oscuros requieren más colorante que los tonos claros)

A continuación, se muestra un estudio sobre el consumo de agua en la terminación de las fibras sueltas (incluyendo el pre-tratamiento), hilados, textiles de punto y textiles tejidos. Los datos corresponden a la etapa final del proceso e involucra al 75 % de las empresas de la industria textil alemana (1996). Varios estudios demuestran que el consumo de agua, directamente ligado al consumo de auxiliares, químicos y colorantes puede variar y alcanzar un máximo valor, comparado con el valor promedio, en fabricas donde se practica la impresión textil .

Tabla 4.27: Consumo de Agua en la Industria Textil Alemana en su Etapa Final (1996)

| | Promedio | Rango |
|------------------------|----------|---------------|
| Fibras / hilos sueltos | 69 l/kg | 10 – 185 l/kg |
| Tejidos de punto | 97 l/kg | 20 - 133 l/kg |
| Textiles tejidos | 103 l/kg | 38 – 280 l/kg |
| Impresión | 179 l/kg | 70 – 229 l/kg |
| Valor promedio total | 111 l/kg | |

Las siguientes secciones describen el teñido de los diferentes sustratos (algodón, lana, etc.). Se reporta los niveles de consumo y emisión de las fibras sueltas teñidas, el paquete de teñido, la madeja de teñido y la tintura de la pieza (forma de la cuerda y ancho total).

4.5.1 Aplicación de las Tinturas

4.5.1.1 Lana

Los tintes ácidos, tintes Mordante, 1:1 tintes del complejo del metal, 1:2 tintes del complejo del metal, para teñir lana puede utilizarse tintes reactivos y colorantes de tina o, ésteres de leuco; sin embargo, aproximadamente el 70 % de la lana es actualmente teñida con tintes que contienen metal. Aproximadamente 35 % de estas tinturas son tintes mordante. Los tonos negro y el azul marino se logran sólo con estas clases de tintes y su efectividad es muy baja (es decir, el índice de tinte fijo es muy bajo).

Mezclas de Lana y Algodón

Se aplican colorantes directos cuando son afines al algodón y la lana; alternativamente, se utiliza el tinte ácido para la lana y el tinte directo para el algodón.

Mezclas de Lana y Poliamida

La poliamida es químicamente relacionada con la lana. Por lo tanto, los mismos tintes utilizados para las lanas son convenientes para las mezclas de lana-poliamida.

Lana y Mezclas Poliacrilonitrilo

Muchos tipos de colorantes pueden utilizarse en estas mezclas de fibras debido a su estructura similar. Por ejemplo:

Tintes de complejos metálicos 1:1 para lana y tintes catiónicos para **acrilonitrilo**

- Tintes de complejos metálicos 1: 2 para lana y tintes catiónicos para **acrilonitrilo**
- Tintes ácidos para lana y tintes catiónicos para **acrilonitrilo**

El teñido de la lana y el poliacrilonitrilo resulta eficaz si se utiliza una de las dos principales tecnologías: la de un baño y la de dos baños. En todos los casos, los diferentes tintes deben disolverse y agregarse al baño del tinte separadamente para evitar la mutua precipitación.

- *Proceso de un Baño*

El método recomendado para la aplicación del proceso de un solo baño es hacer el licor del tinte por encima del 3 % de acetato de amonio, 1 % de ácido acético glacial, 0,5 % de un condensado graso del **óxido del etileno**, y 1 % de un agente catiónico que retarda la tintura. Las mercancías se tratan por espacio de 10 a 15 minutos a 50 °C en el licor con todos los auxiliares y el pH se ajusta a 5.5. Se agrega entonces, el tinte aniónico pre-disuelto. La temperatura se aumenta a unos 80 °C por un período de 30 minutos, cuando la mayor parte del tinte o colorante aniónico se agota y puede agregarse el tinte catiónico pre-disuelto. Luego, la temperatura se aumenta a unos 95 °C por espacio de 15 minutos y luego hasta el punto de ebullición; esta temperatura se mantiene por una hora. Finalmente, el baño de tinte se enfría lentamente a unos 70 °C antes de sacar las mercancías afuera.

- *Proceso de Dos Baños*

En el proceso de dos baños, primero se tiñe la fibra de poliacrilonitrilo. El baño de tinte o colorante se hace con el tinte al que se le agrega suficiente ácido acético. Luego se le agrega un agente catiónico retardante para traer el pH a 4.5 – 5. La temperatura se aumenta al punto de ebullición. Si la lana está muy manchada, se puede limpiar en un baño que contiene 3g/l de ditionito de sodio a 60 °C. y luego se la enjuaga. De esto resulta un licor fresco y la lana se tiñe de manera normal con apropiados colorantes. Las mercancías se sacan después de enfriarse a una temperatura menor a los 70 °C.

Mezclas de Lana y Poliéster

Es más conveniente teñir las fibras antes de mezclar. Sin embargo, cuando las fibras deben teñirse después de mezclarse, es mejor teñir el poliéster con colorantes dispersos en un primer paso y luego teñir la lana con colorantes específicos para la lana. Normalmente, los portadores de teñido utilizan poliéster.

4.5.1.2 Algodón

Colorantes Directos

Los colorantes directos son utilizados para teñir remesas o lotes, pero también pueden usarse para los procesos de *Foulard-Jigger*, *Foulard-Rodillos* y *Foulard-Vaporizar* para las tonalidades claras, en las cuales el nivel de fijación es menos crítico.

El teñido por proceso de agotamiento se lleva a cabo a una temperatura hirviendo (punto de ebullición) por espacio de 45 – 60 minutos con nivelación de agentes y sulfato de sodio. El uso de agentes de fijación catiónica después del tratamiento mejora la fijación de los colorantes. Los colorantes directos no requieren varios ciclos de lavado después del teñido.

Los colorantes reactivos se usan más regularmente en procesos de Foulard (pad-batch) para telas tejidas y para teñidos por remesas para telas tejidas de punto porque el teñido continuo podría resultar en excesiva pérdida de colorante. El procedimiento del teñido varía con el agente reactivo. La aplicación es usualmente llevada a cabo a 40 °C por el fluoropirimidinas, a 50 – 60 °C por el vinil sulfona y a 80 °C por el clorotriazina a un pH alto (9.5 – 11.5). La temperatura y el pH tienen que ser controlado muy cuidadosamente para evitar hidrólisis y sucesivas pérdidas de reactividad del colorante. El lavado se realiza con surfactantes amoníacos y agua suave para evitar que los surfactantes y los colorantes no sean solubles.

Después de la aplicación de la tintura, las telas se jabonan a 100 °C y se enjuagan para remover el colorante que no actuó. El lavado requiere grandes cantidades de agua. El colorante relativamente hidrolizado y que no fijó y las grandes cantidades de sales son los impactos más importantes de los colorantes reactivos.

Colorantes de Tina

Los colorantes de tina se aplican a través de métodos de agotamiento o continuo. Los colorantes de tina oxidados no tienen afinidad para la fibras y antes de su aplicación tienen que ser reducidos (principalmente con ditionito de sodio y álcali). Una vez que el colorante está en la fibra, tiene que ser oxidado otra vez (principalmente con peróxido), El proceso más común para teñir en la tina consiste en sumergir el material en una solución reducida de colorante, luego se seca para que el colorante penetre, en remesas o lotes o en continuo, a una temperatura de 50 a 60 °C, se oxida nuevamente en el agua en una fórmula no soluble, se enjuaga, se enjabona a una temperatura de 100 °C, y se enjuaga nuevamente. El impacto ambiental más importante del proceso de teñir en la tina es la contaminación con sulfuro en las aguas de desperdicio, principalmente del dióxido de sodio.

Colorantes del Sulfuro

Los colorantes del sulfuro son generalmente aplicados en el estado reducido. La reducción con el sulfuro de sodio y disuelto en una solución fuerte alcalina conduce a la forma soluble del leuco. El teñido con sulfuro es similar al proceso de teñido en la tina (procesos continuos son usados normalmente) excepto para la fase de teñido, el cual, en este caso no es necesario. El proceso por tandas o lotes no es posible dado la inestabilidad reducida de la fórmula, El desarrollo tiene lugar a temperaturas más altas (de 85 °C a 90 °C) que el teñido en la tina, donde la oxidación (principalmente con peróxido, bromato y el yodato) tiene lugar a 50 °C. Los impactos al ambiente más importantes del teñido con sulfuro son las emisiones del aire y los compuestos de sulfuro en las descargas de agua de desperdicio (sulfuro de hidrógeno, poli-sulfuros de sulfuro, sulfuro y sulfuro de dióxido) y AOX si el bromato o el yodato es utilizado como agente oxidante.

Los colorantes o tintes del naftol se pueden aplicar en procesos continuos o en tandas. Los pasos del proceso son: se pega el compuesto del naftol (alcalina, alcohol o agente de dispersión), se aplica el naftol compuesto (+ sulfato de sodio), luego un compuesto diazo (+ ácido acético). El enjabonado se lleva a cabo a 100 °C para eliminar cualquier colorante que no se ha adherido a la tela.

Cuando en la solución ocurre el acoplamiento, la molécula pierde afinidad para la fibra y en cambio permanece en el afluente. El uso de los tintes del naftol debido a su costo y la posible presencia de arilaminas en la tela y en los afluentes del agua de desperdicio. Las emisiones de aire pueden incluir el alcohol presente en el compuesto del colorante.

4.5.1.3 Fibras de Poliacrilonitrilo (PAN)

Las fibras de poliacrilonitrilo pueden teñirse con colorantes de dispersión, catiónicos y ácidos. Las fibras son hechas con poliéster que incluyen una neutral, plastificación comonomero (5 – 10 %) y un ácido comonomero (1 %) que rinde la afinidad para los tintes catiónicos, o un comonomero básico (6 %) que rinde la afinidad para los tintes ácidos. Varios monómeros se pueden utilizar como copolímeros para modificar la afinidad de varias clases de los tintes para los poliacrilonitrilos.

Las fibras hechas con el 100 % de **acrilonitrilo** sin los comonomeros convenientes tienen una alta temperatura de transición de cristal y por lo tanto, exhiben características de ligación escasas. Las fibras de este tipo se pueden teñir solamente en tonos claros con tintes o colorantes dispersos o con tintes ácidos usando el proceso de cobre-litio.

Colorantes Dispersos

En este proceso, el colorante se revuelve combinando 10 a 30 veces el peso del agua a una temperatura que va de 50 a 60 °C con un intervalo de 10 minutos. Antes de agregar el colorante aproximadamente de 1 – 1.5 kg de un agente de dispersión sintético. Cada 1,000 litros deben disolverse en el licor. Cuando el baño de colorante está listo, se sumergen las mercancías – aún la mezcla está fría – y la temperatura va en aumento muy lentamente por espacio de una hora.

Colorantes Catiónicos

Con los colorantes catiónicos, el baño con pH se ajusta a un nivel entre 4 – 5 con cerca de 1 g/l de ácido acético y la misma cantidad de acetato de sodio. También es recomendable agregar 1 g/l de un agente de dispersión no-iónico. La temperatura se incrementa rápidamente a los 75 °C y luego el licor se hierve por espacio de una hora.

Colorantes Ácidos

El baño de colorantes ácidos se hace con 2 % (por peso de las mercancías) de ácido sulfúrico y agentes de nivelación convenientes.

Las mercancías se agregan cuando se logran los 40 °C y se dejan en el baño del colorante por unos 10 minutos. Luego, se le agrega el colorante disuelto y se levanta la temperatura del licor al punto de ebullición por un período de 45 minutos. Estos parámetros se mantienen por una hora. Después del teñido, se enfría el licor a una temperatura de 70 °C con las mercancías en movimiento antes de escurrir el baño del tinte o colorante.

4.5.1.4 Poliamidas

El poliamida 6 y el PA 6.6 son fácilmente teñidos con varios tipos de tintes, dado que sus cadenas contienen varios grupos hidrofílicos. Los colorantes más comúnmente usados son los colorantes dispersos, ácidos, reactivos y los colorantes 1.2 metal-complejos.

Los colorantes poliamidas pueden también ser modificados de modo de aceptar tintes básicos introduciendo grupos ácidos fuertes tal los ácidos sulfónicos (especialmente, ácido 5- sulfoisoltálico con 1,6 diainohexano).

Los colorantes poliamidas actúan usando el proceso de agotamiento, y a través de teñido continuo, teñido con gel y teñido en masa. El teñido en masa, los pigmentos deben estar estables cuando se derriten. . Los pigmentos inorgánicos son utilizados (especialmente el dióxido de titanio, el carbón negro, el sulfuro de cadmio, la ftalcianina verde, la ftalcianina azul y el cadmio sulfoseleniuro).

Colorantes Ácidos

Los colorantes ácidos se utilizan para moderar los tonos profundos sobre las poliamidas. Se le agrega un agente nivelador al licor, y el pH se ajusta entre los niveles 3 y 5 con un almacenador intermediario, tal como una mezcla de mono- o fosfatos de sodio o, fosfato mono-amónico solamente. Luego, las mercancías se colocan en un baño y la temperatura se aumenta a 40 – 50 °C y se mantiene por 10 minutos. Se agrega el colorante y la temperatura debe alcanzar el punto de ebullición por un período de 20 minutos; luego, se mantiene la temperatura por unos 45 – 60 minutos. Para obtener tonos más profundos, se debe completar el proceso de agotamiento agregando ácido acético o fórmico. La rapidez y eficacia de los colorantes ácidos se pueden mejorar después del tratamiento con productos sintéticos o tanino (productos de alta condensación molecular o ácido sulfúrico aromático con **formaldehído** o con productos de condensación de fenol, cresol, catecol y del naftol con **formaldehído**).

Colorantes Dispersos

Al licor se le agrega un agente disperso (0.2 – 2 g/l) y se le ajusta el pH a 5 con ácido acético. El proceso comienza con el material a 40 °C y se le agrega el tinte o colorante a los 5 minutos. Después de otros 5 minutos, el sistema calienta por 30 minutos, y finalmente el teñido se lleva a cabo por espacio de 60 minutos a temperatura de ebullición.

Los colorantes del metal-complejo son recomendados para los tonos oscuros. Al licor se le agrega el colorante y 0.5 – 1 g/l de un agente auxiliar (agente de nivelación anfótero y no iónico). Luego, deviene en ácido agregando 0.5 – 2 g/l de sulfato de amonio y 0.5 – 1 g/l de ácido acético. El proceso comienza a una temperatura de 30 – 40 °C, luego se lo calienta por 30 – 60 minutos y finalmente las fibras se tiñen en agua hirviendo por espacio de 30 – 60 minutos.

Colorante Reactivos

Los colorantes reactivos son típicamente utilizados para lograr colores brillantes. Los que se utilizan para teñir lanas son también convenientes para las poliamidas. El proceso comienza a una temperatura de 20 – 45 °C con un baño de tinte ácido, luego se lo calienta al punto de ebullición (hirviendo) y se lo tiñe por espacio de 30 – 60 minutos. Después de que se efectúa el tratamiento, se lo deja por espacio de 20 minutos con 0.5 g/l de surfactante no-iónico y 1 g/l de bicarbonato de sodio o de amoníaco a 95 °C.

4.5.1.5 Poliamida y Mezclas de Poliacrilonitrilo

Estas mezclas de fibras son generalmente utilizadas para producir calcetines y medias. Las poliamidas se tiñen con tintes ácidos, mientras que, las fibras de poliacrilonitrilo se tiñen con tintes catiónicos.

4.5.1.6 Poliéster

Normalmente, el poliéster se tiñe con colorantes dispersos. Debido a que la difusión de los tintes dispersos dentro del poliéster es un proceso muy lento, el proceso de teñido normal por agotamiento puede tomar mucho tiempo. Por este motivo, el proceso de teñido por agotamiento es llevado a cabo de dos maneras:

- El portador que tiñe (principalmente para lanas/ y mezclas PES) a 100 °C
- Teñido a altas temperaturas (HT) 130 °C bajo presión

El proceso de teñido es seguido por algunos pasos de enjuague y un pos-tratamiento reductor para los tonos oscuros.

El poliéster es usualmente teñido de una manera continua (proceso termosol). El colorante se adhiere al textil junto con un agente espesante. Luego se seca (100 – 140 °C) y se lleva a cabo el proceso de termosol (200 – 225 °C); y a continuación el (12 – 25s). Luego, se eliminan los agentes de dispersión y de espesamiento. El tratamiento reductor se realiza normalmente.

4.5.2 Teñidos de Fibras Seltas

Las máquinas de fibras sueltas teñidas generalmente son tinas grandes que tienen un eje vertical, en el cual las fibras flojas se introducen después de ser prensadas en forma circular. Las máquinas de teñido pueden trabajar bajo presión o a presión atmosférica, dependiendo de la temperatura del teñido.

El baño de colorante fluye siempre desde adentro hacia afuera, puesto que la homogeneidad del color no es de primerísima importancia en el teñido de fibras sueltas. (Todas las fibras se mezclan juntas durante los siguientes procesos, tal es el cardado, mezcla o peinado).

El cociente del licor en el teñido flojo de la fibra puede variar de 1:4 a 1:12 (dependiendo del tipo de máquina, carga de la máquina, del tipo de fibra, etc). Las siguientes tablas proporcionan algunos ejemplos de recetas de teñido (colección de datos: distrito del textil de Prato, Italia).

Tabla 4.28: Consumición del Recurso en Teñido de Fibra Suelta (Energía)

(Intervenciones en Prato, Distrito Textil de Italia)

Tabla 4.28: Consumo de recursos en el teñido de fibras sueltas (Energía) (Intervenciones en Prato, Distrito textil de Italia)

Los valores dados aquí son típicos de tonos claros y medianos (por tonos oscuros, el consumo de colorante puede estar en el rango de 100 g / kg textil!). Los datos de consumo pueden variar ampliamente, dependiendo de los parámetros del proceso. Tenga en cuenta que los auxiliares de teñido y colorantes son formulaciones (soluciones / dispersiones de agua) y el componente activo puede variar en gran medida.

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|-----------------|-----------|--------|
| Electricidad | 0.1 – 0.4 | KWh/kg |
| Energía térmica | 4 - 14 | MJ/Kg |

Tabla 4.29: Entrada del Teñido de Fibras Seltas de Lana (ácido, cromo o metales complejos)

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|--------------------|----------|--------|
| Agua para teñir | ~ 8 | l/kg |
| Agua para enjuagar | 8 – 16 | l/kg |
| Total de agua | 16 – 24 | l/kg |
| Colorante | 0.5 – 25 | g/kg |
| Auxiliares | 0 – 10 | g/kg |

| Tabla 4.30: Entrada de fibras sueltas PAN teñido con colorantes catiónicos | | |
|---|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua para teñir | ~ 4 | l/kg |
| Agua para enjuagar | 4 – 16 | l/kg |
| Total de agua | 8 – 20 | l/kg |
| Colorante | 0.5 – 20 | g/kg |
| Auxiliares | 0 – 10 | g/kg |

| Tabla 4.31: Teñido de fibras flojas de poliéster con colorantes dispersos | | |
|--|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua para el teñido | ~ 6 | l/kg |
| Agua para el enjuague | ~ 12 | l/kg |
| Total de agua | ~ 18 | l/kg |
| Colorante | 0.5 – 25 | g/kg |
| Auxiliares | 0 - 10 | g/kg |

| Tabla 4.32: Entradas en el teñido de fibras flojas de algodón con colorantes directos | | |
|--|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua para el teñido | ~ 8 | l/kg |
| Agua para el enjuague | 8 – 32 | l/kg |
| Total de agua | 16 – 40 | l/kg |
| Colorantes | 1 – 25 | g/kg |
| Auxiliares | 0 – 10 | g/kg |
| NaCl | 0 – 250 | g/kg |

| Tabla 4.33: Entradas en el teñido de fibras sueltas de algodón con colorantes reactivos | | |
|--|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua para el teñido | ~ 8 | l/kg |
| Agua para el enjuague | 8 – 32 | l/kg |
| Total de agua | 16 – 40 | l/kg |
| Colorantes | 1 – 70 | g/kg |
| Auxiliares | 0 – 10 | g/kg |
| NaCl | 0 – 250 | g/kg |

| Tabla 4.34: Insumos en el teñido de fibras sueltas de poliamida con colorantes ácidos. | | |
|---|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Agua para el teñido | ~ 6 | l/kg |
| Agua para el enjuague | 6 – 12 | l/kg |
| Total de agua | 12 – 18 | l/kg |
| Colorantes | 0.5 – 25 | g/kg |
| Auxiliares | 0 – 10 | g/kg |

4.5.3 Paquete de Teñido

Los hilados teñidos usualmente tienen lugar con el hilado sobre conos o cilindros, más que en forma de madeja, dado el costo. Los conos están apilados sobre un marco de metal, el cual es colocado en una máquina de teñir. Los conos y cilindros tienen agujeros perforados de adentro hacia afuera y viceversa, en orden de garantizar un teñido homogéneo. Las máquinas de teñir constan de una autoclave cilíndrica, la cual puede poner en una posición horizontal o vertical. En posición vertical, se pueden adaptar diferentes marcos por lo que gradualmente se pueden teñir diferentes materiales (fibras sueltas, tapas o vigas). Por otra parte, la posición horizontal permite que los sistemas completamente automáticos del cargamento aumenten productividad y reduzcan el trabajo humano.

La proporción típica del licor para el teñido es entre el 1:8 y 1:20.

En las siguientes tablas se reporta un ejemplo de consumo de energía para una autoclave típica para el hilado teñido y consumo de agua, los colorantes y auxiliares para el paquete de teñido de diferentes sustratos (colección de datos: Distrito textil de Prato, Italia).

| Tabla 4.35 : Consumo de recursos para el teñido del hilos (Energía) | | |
|--|-----------------|---------------|
| Insumos | Cantidad | Unidad |
| Electricidad | 0.8 - 1.1 | KWh/kg |
| Energía térmica | 13 – 16 | MJ/kg |

Tabla 4.36: Insumos a la lana y poliamida mezclas al teñido del hilado

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|--------------------|----------|--------|
| Agua para teñir | ~ 15 | l/kg |
| Agua para enjuagar | ~ 30 | l/kg |
| Total de agua | ~ 45 | l/kg |
| Colorante | 1 – 40 | g/kg |
| Ácido acético | 20 – 25 | g/kg |
| Surfactantes | ~ 20 | g/kg |

Tabla 4.37: Insumos a de poliacrilonitrilo (PAN) teñido de hilos

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|--------------------|----------|--------|
| Agua para teñir | ~ 15 | l/kg |
| Agua para enjuagar | ~ 30 | l/kg |
| Total de agua | ~ 45 | l/kg |
| Colorante | 1 – 20 | g/kg |
| Ácido acético | 20 – 25 | g/kg |
| Surfactantes | ~ 20 | g/kg |
| Auxiliares | ~ 30 | g/kg |

Tabla 4.38: Insumos en el teñido directo de algodón y el hilado de lino

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|--------------------|----------|--------|
| Agua para teñir | ~ 15 | l/kg |
| Agua para enjuagar | ~ 45 | l/kg |
| Total de agua | ~ 60 | l/kg |
| Colorante directo | ~ 5 – 15 | g/kg |
| NaCl | 50 – 200 | g/kg |
| Auxiliares | ~ 45 | g/kg |

Tabla 4.39 Insumo en el teñido de algodón e hilos con colorantes reactivos

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|---------------------|-------------|--------|
| Agua para teñir | ~ 15 | l/kg |
| Agua para el lavado | ~ 15 | l/kg |
| Agua para enjuagar | ~ 45 | l/kg |
| Total de agua | ~ 75 | l/kg |
| Colorante reactivo | 20 – 90 | g/kg |
| NaCl | 600 – 1,350 | g/kg |
| NaCO ₃ | ~ 450 | g/kg |
| Sosa cáustica | ~ 38 | g/kg |
| Auxiliares | ~ 10 | g/kg |
| Surfactantes | ~ 30 | g/kg |

Tabla 4.40: Insumos al teñido de algodón e hilos de lino con colorantes sulfúricos

| Insumos | Cantidad | Unidad |
|-------------------------------|----------|--------|
| Total de agua | ~ 100 | l/kg |
| Colorante de azufre | ~ 80 | g/kg |
| Dextrina | ~ 120 | g/kg |
| Sosa cáustica | ~ 110 | g/kg |
| Surfactantes | ~ 30 | g/kg |
| NaCl | ~ 300 | g/kg |
| H ₂ O ₂ | ~ 20 | g/kg |

4.5.4 Teñido en forma de Madeja

Los hilados teñidos en forma de madeja han sido muy populares en el pasado, pero recientemente, con el fin de abaratar costos, la tecnología lo ha reemplazado por el uso de conos. Sin embargo, aún se utiliza para lograr una mayor calidad y en hilados delicados y donde se requiere la alta voluminosidad, la regularidad y las buenas características mecánicas (especialmente para el sector de tejidos hechos a mano y las alfombras).

4.5.5 Teñido de Pieza

4.5.5.1 Teñido en la Cuerda

Proceso por lotes

- Teñido con Molinete o Manivela

El equipo de teñir (Winch) es normalmente usado para las telas ligeras de punto, de cuerda y tubular. Con referencia a las telas que no tienen forma tubular, los orillos deben ser cocidos antes de teñirse para que el mismo resulte parejo. En las máquinas Winch la tela es mantenida en movimiento por un carretel a la espera del baño. La tela, entonces, se empapa en un baño de tinte y circula por un carretel o riel a la velocidad de 0.3 – 0.6 m/s y luego se empapa nuevamente. Un cambiador de calor calienta el baño y lo conserva en la temperatura indicada para teñir. Los colorantes reductores y de baja afinidad no son generalmente utilizados debido a su alta proporción de uso durante el I baño (1:20 – 1:50). Los colorantes de alta afinidad tampoco se pueden usar debido al riesgo de la heterogeneidad del colorante de la tela.

Una de las principales ventajas es que da lugar a una buena homogeneidad del tinte porque no hay tensión en la tela. El desarrollo de los sintéticos (especialmente poliésteres) conduce a la producción de máquinas de teñido presurizadas, en función de (a) teñir a altas temperaturas, (b) evitar el uso de portadores, y (c) reduce el tiempo del proceso del teñido. Las máquinas de alta temperatura son muy similares a las máquinas normales y pueden alcanzar los 130°C – 140 °C.

- Jet

Las máquinas jet – a chorro o reacción - se diseñaron para eliminar algunos problemas que afectan el flujo de tinte. En particular, el carretel o riel se elimina y la tela se mantiene en movimiento (200 – 300 m/min) a través de un fuerte chorro en su propio baño, el cual es bombeado a través de un inyector. La rápida re-circulación y por lo tanto, la turbulencia del baño, favorece la fijación del colorante en la tela. Esta máquina tiene las ventajas de que consume poca agua y del poco tiempo empleado en el proceso del teñido, pero causa alto estrés mecánico en la tela por tanto, no puede usarse para algunas telas delicadas.

- Empapamiento

En muchos casos, la rápida re-circulación y la alta turbulencia del baño en una máquina de teñido jet no se recomiendan para los tejidos delicados o de punto. Con la técnica del empapado, no se practica la inyección de baño del tinte sobre la tela, la cual en forma de cuerda, es llevada a través de la pipa que tiñe por la corriente del baño. La tela se empapa en un baño del colorante sin ninguna tensión y finalmente se transporta dentro de la parte más alta de la máquina por el riel, donde un nuevo ciclo comienza. Estas máquinas han sido diseñadas para las fibras tejidas y de punto, ya sean naturales como sintéticas. Las máquinas de teñir de empapamiento tipo HT (High Temperature) son muy similares a las máquinas normales del empapamiento, salvo que este proceso incluye alta presión y una temperatura más alta.

- Pulverizador de Aire (Jet Air)

Las máquinas de teñido a chorro de aire son muy similares a las máquinas a chorro; en vez de mover la tela con un jet de agua (chorro de agua), se utiliza un chorro de aire. Un compresor de aire es reemplazado por una bomba de agua. El aire fluye a través de una boquilla y hace que la tela circule en la máquina. Las principales ventajas de la tecnología de chorro de aire son que se reduce el consumo de agua, energía y químicos.

- Teñido Continuo en Forma de Cuerda

Para el teñido de la tela, el proceso consta de un dispositivo acolchado en forma de cuerda, un dispositivo para la reacción y un sistema de lavado. El sistema acolchado consiste en un lavado largo que contiene el baño de tinte y un par de los rodillos presentados en la entrada y en el desagüe. La tela se prensa por dos rodillos que rotan en la entrada para obtener una absorción homogénea del colorante y eliminar aire; los otros dos rodillos en el desagüe sólo retuercen la tela. La cuerda, entonces entra en el cuarto de la reacción (generalmente llamado la j-box) donde la tintura se fija a la fibra. La j-box se llena un tercio del total del baño del detallado tratamiento. A esto le sigue el lavado y el enjuague.

4.5.5.2 Teñido del Ancho Total de la Pieza

Procesos de Tandas o Lotes

- Teñido en Máquina de Viga

Una máquina de viga que se utiliza para el teñido está compuesta por un cilindro horizontal el cual contiene a la tela estirada sobre una viga. Existen máquinas para teñir de esta clase que son presurizadas y no presurizadas, que permiten teñir a altas temperaturas. Esta máquina tiene agujeros perforados adentro y el baño de tinte se bombea dentro de la misma y fluye afuera a través de los agujeros perforados. En este caso, el tejido se detiene y sólo el baño del tinte circula.

Este proceso es particularmente efectivo para los tejidos de punto y los tejidos de poliéster texturizados. La tela es estirada sobre la viga en toda su extensión; por lo tanto, no existe riesgos de que se arrugue. La desventaja es el riesgo a que el teñido sea heterogéneo si el colorante no penetra de manera óptima en la tela.

- Jigger

Esta máquina implica el uso de una tina trapezoidal que contiene el baño de tinte y dos rodillos sobre los cuales la tela es alternativamente estirada. Con esta máquina, la tela está en movimiento mientras que el baño permanece detenido. La tela, inicialmente estirada en el primer rodillo atraviesa el baño y después se estira en el segundo rodillo; la rotación entonces, se invierte y el ciclo continúa. La tela sigue su trayectoria a través de unos rodillos pequeños. El rango de la velocidad va entre los 30 – 150 m/min. Esta máquina no es utilizada exclusivamente para procesos de teñido, sino también para varios tratamientos húmedos sobre telas en toda su extensión, Sus principales desventajas son el riesgo de la heterogeneidad del teñido en telas longitudinales debido a las variaciones en la velocidad, la tensión de la tela, la temperatura, y la concentración de los tintes o colorantes. Sin embargo, en aparejos modernos, la tensión de velocidad constante y la tensión de la tela se mantienen durante todo el proceso.

Las máquinas de aparejo HT (High Temperature), a alta temperatura, permiten teñir a altas temperaturas (140 °C).

Procesos Continuos y Semi Continuos

- Dispositivo Acolchado

El dispositivo acolchado es utilizado para el teñido continuo y semi-continuo. En esta máquina (conocida como máquina foulard), la tela atraviesa el baño de tinte ayudada por algunos rodillos pequeños y luego

dos rodillos la exprimen. El colorante depositado en la tela no se fija lo suficiente en la fibra, por lo tanto las operaciones subsecuentes son necesarias (véase las secciones abajo).

La temperatura es el principal factor que influye en la fijación del colorante, entonces, usualmente, se utilizan los vapores (calor húmedo) o, a través de hornos (calor seco). Sólo cuando se tiñen fibras de celulosa con colorantes reactivos se logra la fijación del tinte a temperatura ambiente. La fase de fijación puede tener lugar en telas secas o húmedas.

La cantidad de colorante que se deposita en la tela es algo que depende de la absorción de las telas y de la fuerza con que prensan los rodillos. El color homogéneo se obtiene sólo si la presión del pellizco y la concentración del colorante en el baño se mantienen uniforme a través de todo el proceso. La fuerza acuciante de los rodillos que exprimen se aplica comúnmente por medio de un sistema hidráulico. Como los aparejos, los foulards no se utilizan exclusivamente para teñir.

- Foulard-Jigger (proceso semi-continuo)

Esta técnica de teñido típicamente utiliza tintes reactivos y directos. En este proceso, la tela atraviesa a través de una máquina de acolchado (foulard), donde se moja en el baño de tinte a una temperatura de entre los 60 – 80 °C. Luego pasa a través de un aparejo en donde se fija el colorante. En este punto, la tela se lava y se oxida. Este proceso se utiliza para telas pesadas. Algunas veces la tela se seca en una secadora de tubo caliente después del proceso de acolchado y antes de entrar en la máquina de aparejo.

Esta aplicación de colorantes permite teñir de manera homogénea y ahorra tiempo comparada con la técnica del aparejo (jigger dyeing) tradicional. En muchos casos, cerca del 5 – 10 % del baño de tintura de la máquina de acolchado se agrega al baño de fijación en el aparejo en orden de prevenir una descarga del colorante de la tela. Con el mismo propósito, se puede agregar sal al baño de fijación.

- Proceso de Foulard (semi-continuo)

Los colorantes directos y reactivos son normalmente utilizados para el teñido en el proceso Foulard. La tela pasa a través de una máquina de acolchado el cual está (a) mojado con el baño de tinte y con otros productos químicos (agentes reductores), (b) rodando sin secar, y (c) sujeto a baja rotación (2 – 4 rpm, de manera que el baño de tinte no se concentra en la parte elevada del rodillo) hasta que se alcanza el tratamiento completo de fijación (8 – 24 horas, dependiendo de la concentración del colorante. Luego, la tela se lava y se enjuaga.

Este proceso se utiliza en fibras de celulosa y otras fibras altamente hidrofílicas, pero no es conveniente para obtener un color intenso. El proceso se caracteriza por un consumo bajo en agua y energía (cerca de 50 – 80 % menos que los sistemas convencionales), bajo consumo de auxiliares, simple en la aplicación del colorante, y la buena capacidad de repetición del colorante..

- Foulard-Rodillos (semi-continuo)

El proceso es bastante similar al de teñido en Foulard. La tela pasa primero a través de la máquina de relleno, luego a través de un horno infrarrojo donde alcanza la temperatura (80 – 90 °C) que necesita para fijar el tinte, luego de rodar se sujeta a la rotación lenta dentro de un compartimiento especial hasta alcanzar completa la fijación (1 – 8 horas). Luego, la tela se lava y se oxida.

- Foulard Vaporizar (continuo)

Los colorantes reactivos son típicamente utilizados en el proceso de teñido con almohadilla de vapor, pero también pueden utilizarse los directos y los tintes de sulfuros. La tela atraviesa por una máquina de relleno (padding) donde se moja con el baño de tinte. Luego, pasa a través de una almohadilla de vapor en donde el tinte se fija en la fibra. La tela, es finalmente lavada y enjuagada. La temperatura en este proceso de vapor es de aproximadamente de 100 °C.

- Foulard-Ramar (continuo)

En este proceso, la tela pasa a través de una máquina de almohadilla donde se moja con el baño de tinte, luego a través de un tubo secador caliente para la fijación (150 grados C por espacio de 45 – 60 segundos).

Se puede contemplar un secado intermedio (100 – 150 °C por espacio de 1 – 3 minutos) antes de la fase de fijación. Este proceso puede ser bastante económico si se practica en plantas de alta eficacia o tecnología.

- Foulard en Sal (Pad-Salt) (continuo)

Este proceso es análogo al descrito en el párrafo anterior, excepto porque la fijación tiene lugar en un baño salino caliente.

- Termosol (continuo)

Este proceso es utilizado para el teñido del poliéster (y sus mezclas). Se usan los tintes dispersos. El efecto del teñido se logra calentando el poliéster a una temperatura de 200 grados C aproximadamente por 1 minuto. Es entonces cuando la fibra se plastifica y actúa como un solvente para el tinte.

En el proceso de termosol, la tela pasa a través de una máquina de acolchado que contiene un baño de tinte y otros químicos (en particular, agentes espesantes para evitar la migración de colorantes de la tela antes de la fijación termal). Luego pasa por un horno infrarrojo para el pre-secado y luego a través de un tubo caliente que seca completamente. En su última etapa, la tela pasa por un sistema de alta tecnología para su fijación; en esta fase se utiliza un flujo de aire caliente de aproximadamente 200 grados C. Para finalizar, la tela se lava y se enjuaga.

- Pad Williams Unit (continuo)

Este proceso es utilizado para teñir algodón con colorantes reactivos y directos. Después del proceso de relleno, la tela pasa a través de varias tinas o lavabos especiales con rodillos (William unit). El colorante se fija durante esta fase; se alcanzan cocientes bajos durante el baño.

4.6 Impresión

Las tecnologías más comunes en la impresión son:

- Impresión Directa
- Impresión de la Descarga
- Impresión de Resistencia
- Impresión de Transferencia

La mayoría de los tintes son adaptables a una o más tipos de impresión: los colores de la tina, reactivos y de dispersión producen, generalmente, buenas propiedades de solidez.

La seda es usualmente utilizada para imprimir tintes ácidos, algodón con tintes reactivos, fibras artificiales con dispersos y catiónicos, y la lana se imprime con tintes ácidos o mordante que son tratados con cloro para hacerlo más receptivo al color. Los pigmentos pueden ser utilizados para todos los materiales.

4.6.1 Métodos de Aplicación de la Goma (pasta)

Se utilizan varios métodos de impresión con goma (pasta):

- Rodillo
- Pantalla Plana
- Pantalla Rotatoria
- Transferencia
- Inyección de Tinta

4.6.1.1 Proceso de Impresión con Rodillo

En la impresión con rodillo, el colorante se aplica en forma de pasta con un cepillo/rodillo a un cilindro de cobre grabado que, transportado por un rodillo liso que rota, imprime la tela. Una lámina aguda raspa el exceso de tinte de la superficie del rodillo grabado. Mientras que la tela pasa entre el rodillo grabado y el cilindro liso, el tinte de las áreas poco profundas se presiona sobre el mismo. Le sigue otra tela llamada "impresión de la manta" junto a la tela que está impresa; la manta de impresión absorbe el exceso de la goma de impresión al tiempo que evita que el pulso manche el rodillo liso. El textil impreso pasa inmediatamente a un compartimiento teñido y luego a un compartimiento de vapor donde la humeada y el calor seco asientan el tinte o colorante. Cuando se imprimen distintos colores, se debe utilizar un rodillo grabado para cada color. Debido a la alta calidad que se alcanza, el rodillo de impresión es el más atractivo para los diseñadores y las telas de moda.

4.6.1.2 Proceso de Impresión de Pantalla Plana

En este proceso, se aplica una pantalla dentro de la goma de impresión y se presiona sobre una sección de la tela. Se reproduce un diseño en la pantalla, y se aplica una capa de laca u otras sustancias impermeables a todas las piezas de la pantalla que no son parte del diseño. Un aparato que enjuaga se mueve a través de la pantalla, forzando la goma de la impresión a través de partes permeables de la superficie de la pantalla y reproduce el diseño a la vez que imprime la tela. Este proceso se repite para cada color. Es un proceso algo costoso, pero muy versátil y cuando se usan máquinas totalmente automáticas tiene una alta tasa de producción.

4.6.1.3 Proceso de Impresión en Pantalla Rotatoria

Este tipo de máquina emplea una pantalla rotatoria hecha de hoja de metal. La tela que se imprime se alimenta de la sección de la impresora de la máquina bajo tensión uniforme y pasa a través de la pantalla que rota a través de la cual la goma que imprime se bombea automáticamente de un tanque. Una máquina que enjuaga en cada pantalla rotatoria fuerza la goma a través de una pantalla sobre la tela mientras que se mueve hacia adelante a un promedio de 90 m/min. Luego, la tela pasa a un horno que la seca y es finalmente lavada. Este proceso combina las ventajas de las técnicas de impresión del rodillo y de la pantalla plana. La salida de la producción es considerablemente más alta comparada con las máquinas de pantalla plana.

4.6.1.4 Proceso de Impresión de Transferencia

Este proceso consiste en la transferencia de una decoración o dibujo de un papel a la tela por medio de calor seco o húmedo. Se desarrollan dos procesos principales: transferencia calor seco y transferencia traspaso térmico húmedo. Los costos de producción se reducen porque después de tratamientos (tales como cocer al vapor) se eliminan. Con este proceso, las telas impresas tienen una alta definición de los estampados. Las sombras oscuras pueden ser reproducidas. La impresión del traspaso térmico puede ser aplicada tanto a las prendas tejidas como a las de punto (incluyendo a las mercancías a las de punto circulares alrededor de una circunferencia sin dañar el material). La solidez del color depende de la fibra y de los tintes usados; una apropiada elección es importante para obtener el mejor rendimiento.

4.6.1.5 Impresión de Inyección de Tinta

La tecnología de impresión de tinta se desarrolló para la impresión de documentos. El color se propulsa en pequeñas gotas hacia el sustrato y se dirige hacia las áreas deseadas. El control del proceso puede ser fácilmente computarizado. En la utilización de los textiles, esta tecnología ahora se usa principalmente para imprimir sustratos de poliéster (especialmente para remesas pequeñas o lotes de muestra).

4.6.2 Tecnologías de Impresión

4.6.2.1 Impresión Directa

La impresión directa es la más común para la aplicación del color diseño. La impresión directa se usa en las telas blancas o en las telas previamente teñidas (generalmente en colores claros para hacer que la impresión se destaque), en este caso se llama sobre-impresión.

Los tintes se disuelven en una cantidad limitada de agua, a la cual se le agrega un agente espesante para darle la viscosidad necesaria a la pasta para la impresión. Las gomas se utilizan porque son fáciles de limpiar y no absorben el color (las cuales pueden posteriormente eliminadas durante la fase del lavado). También permiten una mejor penetración del color.

La impresión en el textil se fija a través de vapor, calor seco o por reacción química. Luego, se pasa al lavado. Se utilizan los ciclos de impresión, una fase y bifásicos. En el proceso de la fase una, la pasta de impresión se prepara en un solo paso con todos los componentes. En la fase dos, el agente encargado de la fijación (para los tintes de la tina, alcalinos y agentes de reducción; para los tintes reactivos, alcalinos y electrolitos) se rellena después de atravesar por el paso de la impresión. La impresión reactiva de la fase dos puede llevarse a cabo sin agregar urea.

4.6.2.2 Pigmento que Imprime

Aproximadamente el 50 % de la impresión de los textiles se hace utilizando tecnología de impresión. Los pigmentos utilizados no tienen afinidad para la fibra, por lo tanto, debe agregarse un agente de fijación a la pasta de impresión. La ventaja del pigmento encargado de la impresión es que puede realizarse sin un paso posterior de lavado necesario en todas las demás tecnologías de impresión. Una receta típica de la pasta de impresión contiene agua, emulsor, un agente de espesamiento, el dispersor del pigmento, el agente que ablanda y agentes de fijación. Las emulsiones de la pasta para la impresión basadas en aceites minerales emiten una considerable cantidad de VOC durante el teñido y la fijación y no son más usados en Europa. Sin embargo, las pastas de impresión con pegamentos sintéticos pueden aún contener aproximadamente 10 % de aceites minerales.

4.6.2.3 Impresión a través de Descarga

El método de descarga de impresión está en desuso. En este proceso, la tela es teñida como una pieza y luego impresa con un químico que destruye el color en áreas estipuladas. A veces, la base del color es removida y otra es impresa en su lugar. El método usual es imprimir el diseño con la pasta que contiene un agente de reducción (u, oxidación); cocer al vapor, y luego lavarlo para remover la reacción originadas por los subproductos. Los agentes más comunes de reducción son el cloro de sodio y dicromato de potasio, el más común agente de reducción es el ditionito de sodio.

4.6.2.4 Resistencia a la impresión

Las mercancías blanqueadas son impresas con una pasta de resistencia (una sustancia resinosa que no puede ser penetrada cuando la tela se empapa en un tinte); el tinte afecta sólo las partes que no están cubiertas por la pasta de resina. Después que la tela pasa a través del proceso de teñido, se remueve la pasta que resiste, dejando un diseño blanco sobre un espacio de color. La composición de la pasta que resiste depende de la clase de tinte que posteriormente se utiliza. En el método de descarga, la tela primero se tiñe y luego el color se extrae a través de un producto químico; en el método que resiste, la pasta se primero se imprime y la tela se tiñe después. La durabilidad de la tela no se afecta por este método.

4.6.3 Aspectos Ambientales en el proceso de Imprimir

Los principales componentes de la pasta de impresión incluyen concentrados de color (colorantes o pigmentos), agentes espesantes, y un fijador de pigmentos.

Los principales contaminantes asociados con el proceso de impresión son las emisiones compuestas orgánicas volátiles (VOC-Volatile Organic Compounds-) que devienen de los solventes de la pasta de impresión. Estos pueden ser acuosos, orgánicos (esencias minerales, sustancia química sin olor) o, ambas. El porcentaje del peso de la concentración de solvente en las pastas de impresión puede variar de 0 a 60 %. La urea, utilizada como agente hidrotópico, es uno de las sustancias más contaminantes ya contribuye a la concentración del nitrógeno en descargas de agua residual y al amoníaco en emisiones de aire pues se descompone durante el proceso de secado e impresión (reacción "biuret", del francés, rechazo).

Aunque algunos solventes se evaporan en tempranas fases del proceso de impresión, la mayoría de las emisiones de aire provienen del proceso de secado de las telas durante la impresión, las cuales eliminan volátiles. Para algunas específicas impresiones de tela, la fijación del color sucede en un proceso de curación, el cual puede ser enteramente separado o, meramente un segmento separado del proceso de secado.

Después del proceso de impresión, la tela se cuece al vapor; la acción combinada de altas temperaturas con la condensación del vapor en la pieza expande la tela, permitiendo que la tinta penetre dentro de la fibra. La siguiente tabla describe la energía termal (vapor) para una tela de 150 g/m² impresa en el 75 % de su superficie.

| Tabla 4.41: Consumo de recursos en la impresión (Consumo de energía) | | |
|--|------------------|--------------------------------------|
| Fibra | Temperatura [°C] | Energía Térmica [MJ/m ²] |
| Lana | 100 – 102 | ~ 1.5 |
| Poliamida | 101 – 103 | ~ 0.7 |
| Poliacrilonitrilo | 101 – 103 | ~ 0.7 |
| Acetato | 101 – 105 | ~ 0.7 |

Los problemas más importantes en términos de la polución están relacionados con (a) la descarga de gas del compartimiento de vapor, el cual contiene amoníaco y (b) las corrientes de agua de lavado que contienen urea. Durante el proceso de secado, los agentes de fijación de la pasta de impresión pueden generar **formaldehído**.

A excepción de la impresión del pigmento y de la transferencia, es necesario el proceso de lavado para remover el color que no se fijó en la tela.

Los principales contaminantes en la impresión de los pigmentos son los aceites minerales (**esencia blanca**) de los espesantes y **metanol** y **formaldehído** de las resinas de la melanina de los agentes de fijación. Éstos pueden ser emitidos en niveles superiores a los 10d de compuestos orgánicos por kilogramo de textil (aproximadamente 500mg de compuestos orgánicos por m³).

4.6.3.1 Típica Consumición y Niveles de Emisión para el Proceso de Impresión

Las siguientes secciones muestran la típica consumición y los niveles de emisión para el proceso de impresión (impresión de la descarga de la tina, impresión en tina bifásica, impresión con colorantes disperso e impresión de pigmentos). Los datos fueron recogidos de la etapa de finalización de fábricas alemanas.

Descarga durante la impresión con el proceso de Tina

En el primer paso antes de la impresión en tina, se debe preparar el teñido principal. El agua residual de descarga proveniente del teñido, se carga con un COD específico del textil de aproximadamente 27 g/kg. Las siguientes sustancias se observan en el desperdicio del agua de enjuague: NaOH, SiO₂, NaCl, sulfato, fosfato, surfactantes y colorantes. El consumo de agua puede ser de 70 l/kg de textil. Los colorantes de textiles son tratados con ácido nitrobenzeno sulfórico (agente de fijación del contorno), luego se secan, se imprimen, se amortiguan, se lavan (re-oxidan) y finalmente, se secan nuevamente.

La Tabla 4.42 brinda una descripción del consumo de auxiliares químicos durante la impresión y descarga del proceso en tina. La Tabla 4.43 resume la carga específica del COD y AOX en el total proceso (teñido principal + impresión que incluye el pre-tratamiento) de descarga de agua residual.

| Tabla 4.42: Consumo Químico / Auxiliar para el teñido en tina (Planta Alemana) | | |
|---|--|---|
| Etapa de proceso | Químico / auxiliar: | Consumo específico [g/kg textil] |
| Proceso de teñido Foulard | | |
| | NaOH (50 %) | 20 |
| | Agua - vidrio | 50 |
| | Auxiliares | 4 |
| | Colorantes | 148 |
| | Impresión | |
| | Ácido sulfónico nitrobenzeno | 10 |
| | Pasta de impresión (100% de cobertura) | 570 |
| Lavado (re oxidación) | | |
| | H ₂ O ₂ (50 %) | 28 |
| | Auxiliares | 30 |
| | Ácido acético (60 %) | 20 |

| Tabla 4.43: COD específica y carga ALX para el teñido en tina (Planta Alemana) | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Proceso | COD específica [g/kg textil] | AOX específica [mg/kg textil] |
| Pre-tratamiento | 132 | 0 |
| Teñido proceso Foulard | 27 | 0 |
| Tratamiento oxidativo | 6 | 0 |
| Pasta de impresión | 10 | 1 |
| Químicos para el lavado | 45 | 0 |
| Total | 220 | 1 |

Aparentemente los datos muestran que la mayoría de la carga de COD durante la impresión de descarga es causada por el proceso de pre-tratamiento y los químicos del lavado; en tanto, la pasta de impresión es la responsable de la carga AOX. A los valores COD mencionados en los renglones anteriores, se le debe agregar la carga del afluente del lavado de las mantas impresas y la limpieza del sistema de impresión.

El aire de escape proveniente de los pasos del secar y humedecer está cargado con VOC; aproximadamente, se observan 0.3 g de orgánicos C/kg de textil (en la acción de secar) y 0.8 g orgánicos C/kg de textil (en la acción de humedecer).

Proceso de impresión en Tina Bifásica

La tina bifásica requiere los siguientes pasos: aplicación de la pasta de impresión, aplicación del revelador, fijación del tinte, lavado (re-oxidación), y secado.

La Tabla 4.44 provee los niveles de auxiliares químicos consumidos durante el proceso de la tina bifásica.

| Tabla 4.44: Consumo Químico/Auxiliar en la impresión de 2 fases | |
|--|------------------------------|
| Químicos/auxiliares: | Consumo [g/kg textil] |
| Pasta de impresión (100 % cobertura) | 570 |
| Revelador | 260 |
| Lavado (Re oxidación) | |
| H ₂ O ₂ (50 %) | 28 |
| Ácido acético | 25 |
| Auxiliares | 30 |

La Tabla 4.45 resume la carga específica de COD y AOX en el total proceso (incluye el pre-tratamiento) de la descarga de agua de desperdicio.

| Tabla 4.45: Demanda química de oxígeno (COD) e hidrocarburos halogenados absorbibles (AOX) en la impresión de 2 fases (pre-tratamiento incluido) | | |
|---|---|--|
| Proceso | Niveles específicos de COD [g/kg textil] | Niveles específicos de AOX [mg/kg textil] |
| Pre-tratamiento | 132 | 0.00 |
| Revelador | 39 | 0.00 |
| Pasta de impresión | 10 | 7.10 |
| Químicos para el lavado | 117 | 0.02 |
| Total | 298 | 7.12 |

La mayoría de la carga de COD es causada por el pre-tratamiento y el licor de lavado.

La pasta de impresión contiene AOX. La carga de afluente del lavado de las mantas de impresión y la limpieza del sistema de impresión deben ser agregados a los valores del COD mencionados arriba.

La Tabla 4.46 brinda una descripción de los valores de la emisión del aire de escape durante la impresión bifásica de tina (incluye los procesos de pre-tratamiento y de acabado).

| Tabla 4.46: Emisiones de Aire de Escape en Impresión Bifásica de Tina | | | | |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|
| Proceso | VOC | Polvo | Olor | Aldehído |
| | [g/kg textil] | [g/kg textil] | [OU/kg textil] | [g/kg] |
| Chamuscado | 0.16 | 0.26 | 5,922 | <0.01 |
| Limpieza | 0.12 | - | 2,271 | |
| Blanqueado | 0.04 | - | 896 | |
| Secado (con estiramiento) | 0.02 | - | 300 | |
| Impresión a dos fases | 0.55 | - | 5,666 | |
| Fijación | 1.28 | - | 17,113 | |
| Secado, acabado | 0.6 | - | 2,044 | |
| Condensación | 0.91 | - | 2,788 | |
| Totalidad del proceso | 3.68 | 0.26 | 37,000 | <0.01 |

Impresión con Colorantes Dispersos

La impresión en los sustratos del PES (Poly Ester Sulfone) se pueden llevar a cabo con colorantes dispersos. Los pasos del proceso son: impresión, secado, fijación (HT-vapor), lavado (parcialmente reductor después del tratamiento).

La Tabla 4.47 resume la consumición de química auxiliar para este proceso.

| Tabla 4.47: Consumo de químicos auxiliares en la impresión con colorantes disperses (Planta Alemana) | |
|---|------------------------------|
| Químicos / auxiliares: | Consumo [g/kg textil] |
| Pasta de impresión (100 % cobertura) | 570 |
| Lavado | |
| Auxiliar | 23 |
| Ácido acético | 6 |

Tabla 4.48: muestra las cargas específicas COD y AOX que se observan en el lavado de la descarga de aguas residuales.

| Tabla 4.48: Niveles de COD y cargas de AOX, en la impresión con colorantes dispersos (Planta Alemana) | | |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Niveles COD [g/kg textil] | Niveles AOX [mg/kg textil] |
| Pasta de impresión | 42 | 2.8 |
| Químicos para el lavado | 38 | 0.02 |
| Total | 80 | 2.8 |

La mayoría de las emisiones de aire de escape pueden observarse en el proceso de secado, como muestra la Tabla 4.49 abajo.

| Tabla 4.49: Compuestos orgánicos volátiles (VOCs) en el aire de escape durante la impresión con colorantes dispersos (Planta Alemana) | |
|--|--------------------------|
| Proceso | VOC [g/kg textil] |
| Secado | 1.34 |
| HT-Fijación a vapor | 0.01 |
| Total | 1.35 |

Impresión de Pigmentos

La impresión de pigmentos es un proceso que no atraviesa por el paso de lavado (después del tratamiento). La contaminación en el agua sólo proviene del pre-tratamiento del lavado de las mantas de impresión y de la limpieza y del sistema de impresión. La Tabla 4.50 resume la contaminación del aire asociado con la impresión del pigmento en el algodón.

| Tabla 4.50: Impresión del Pigmento en el Algodón (Planta Alemana) | | |
|--|--------------------------|---------------------|
| Proceso | Orgánica C | Formaldehído |
| | [g orgánica C/kg textil] | [g /kg textil] |
| Secado | 3 – 5 | < 0.1 |
| Curación | 1 - 2 | 0.1 |
| Total | 4 - 7 | 0.1 - 0.2 |

4.7 Acabado

Las mercancías de tela deben atravesar por varios procesos de acabado o finales para su uso final previsto. El “acabado” conlleva un número de tratamientos destinados a mejorar o modificar las telas, realzar la estética, durabilidad, y resistencia a los agentes biológicos, calor, acumulación de la carga eléctrica, etc.

Las alternativas del acabado o finalización de las prendas son extremadamente variadas, y abarcan tratamientos tanto mecánicos como químicos. En algunos casos, los mismos resultados se pueden alcanzar con tratamientos mecánicos y químicos.

Algunos tratamientos de finalización son específicos para una clase de tela (e. g., cuidado fácil para la terminación del algodón, acabado antiestático para los sintéticos, antipolillas y un super lavado para la lana).

Una típica receta para el acabado del algodón y las mezclas de algodón consiste en:

- Agentes de cuidado fácil
- Suavizantes, y
- Aditivos funcionales (e. g. impermeable, retardador de fuego)

Los tratamientos de finalización o acabado, pueden llevarse a cabo en lotes o métodos continuos. Los problemas de los procedimientos de finalización por lotes en foulard o tandas se presentan en el teñido: incompleto escape de los químicos. Después de la aplicación de los agentes de acabado, se necesita secar (a una temperatura de aproximadamente 120°C y curar (a través de la condensación a temperaturas que van de los 150 °C a 180 °C).

4.7.1 Tratamiento Químico

4.7.1.1 Perspectiva de los Métodos

Tratamiento de Cuidado Fácil

El acabado de cuidado fácil se adapta a las telas de celulosa que (a) son fáciles de lavar, (b) resisten arrugarse durante el lavado y su uso y (c) no requieren planchado o un mínimo del mismo. Estos requerimientos existen en la actualidad debido a las características de la tela de celulosa que se completan con poliamida y poliéster, los cuales tienen una alta estabilidad incorporada.

Tratamientos Impermeables al Agua (Hidrofóbicos)

Los tratamientos impermeables al agua consisten en la eliminación o reducción del espacio entre los hilos de rosca, por el cual el agua (y aire) puede penetrar la tela. Generalmente, tiene lugar en las telas de celulosa. El tratamiento impermeable de una prenda debe asegurar su resistencia al agua pero no al aire y a la humedad. Esto puede alcanzarse por dos medios:

- Precipitación de sustancias hidrofóbicas en la fibra, tales como las emulsiones de parafina y sales de aluminio
- Transformación química en la superficie de la tela, es decir, agregando un grupo hidrofóbico a la molécula de la fibra (las sustancias usadas son las siliconas y fluorocarbonos).

Tratamiento Suavizante

El tratamiento suavizante es especialmente destinado al acabado del algodón o, las fibras de celulosa, Éste consiste en la aplicación de químicos específicos que suavizan las fibras y las tornan más confortables; a menudo se lleva a cabo en el último baño de enjuague después del proceso de teñido o, en contacto con el proceso de secado. Con los procesos de teñido continuos o semi-continuos, la tela se empapa en un baño que contiene agentes suavizantes, y luego, el exceso de químicos se exprimen a través de dos cilindros y recuperados. La tela impregnada se seca en una máquina de tensión donde se fijan los agentes suavizantes.

Tratamiento de Retardador de Flama

El acabado del tratamiento de retardador de flama devino cada vez más importante y en muchos países, se tornó obligatorio para algunos artículos. Muchas fibras naturales y artificiales (excepto aquellas designadas para propósitos de fuego retardado) son inflamables. Los agentes de retardador de llama protegen la tela de no quemarse, sin alterar el color y la apariencia de la tela. Muchas sustancias pueden usarse para lograr las propiedades de retardante de llama.

Otra manera de obtener las propiedades de retardador de llama en los textiles es crear fibras que resistan el fuego agregando ciertos químicos a las soluciones de hilatura de fibra existentes. Esta técnica se ha vuelto más aceptable para la industria textil debido a que representa una situación más estable y para los consumidores porque existen menos riesgos para la salud.

El tercer acercamiento al mencionado tratamiento es el desarrollo de las fibras especiales que se producen en clases genéricas específicas, Estas fibras generalmente, son más costosas que las fibras de fuego retardado modificadas. También tienen limitaciones técnicas con cualidades estéticas, de acabo y de teñido.

Tratamiento Antiestático

Cuando se frotran dos superficies, éstas pueden cargarse de energía electrostática. Para los textiles, esto puede ser incómodo. Por otra parte, las telas eléctricamente-cargadas atraen polvo y suciedad. De tal manera, en muchos casos es necesario el tratamiento antiestático. El proceso consiste en el tratamiento de la tela con sustancias higroscópicas (agentes antiestáticos) para aumentar la conductividad y evitar la acumulación de carga electrostática. Es importante que los agentes antiestáticos guarden sus propiedades por largo tiempo y no se remuevan en el lavado.

El tratamiento antiestático es muy importante para las fibras sintéticas debido a que acumulan energía electrostática muy fácilmente, comparadas con las fibras naturales. Algunos agentes antiestáticos también tienen efectos anti-desgaste.

Tratamiento con Modificadores

A la receta de terminación o acabado, y con el fin de darle cuerpo a las telas y que resulten firmes en vez de blandas, se le agregan modificadores, o “constructores” Estos incluyen polímeros naturales (almidones, almidones modificados, alginatos), agentes de reticulación (trimetilol melanina, urea, **formaldehido**), y polímeros sintéticos (PVA, policrilatos). Generalmente, los “constructores” son agentes filmógenos que pueden reaccionar o no con la tela. A menos que se usen juntamente con reactivos poliméricos o de reticulación, el efecto de tomar cuerpo o atiesarse no es durable.

Tratamiento para remover la Suciedad

El acabado puede aplicarse para remover manchas y repeler manchas de aceite en prendas de vestir (usualmente prendas de trabajo), uniformes militares y mamelucos usados en la industria automotriz, alfombras, y tapicería. Este proceso de finalización conlleva más lavados y una eficaz limpieza a seco en caso de manchas derivadas de la comida, aceite de motor, alcohol y bebidas no alcohólicas, tinta y barro.

El acabado se lleva a cabo mediante un proceso de limpieza a seco y generalmente requiere de varias limpiezas, algunas son durables de por vida.

Acabado mediante Biocidas Bactericidas y Fungicidas

Las biocidas son utilizadas en el proceso textil para prevenir crecimiento biológico, y para (a) impartir propiedades fungicidas a las prendas de vestir o telas destinadas a los hospitales y cubiertas de pisos, y (b) para suprimir el olor en las medias o calcetines.

Tratamiento de Contracción Resistente

Las fibras hiladas están bajo tensión constante durante el proceso del tejido. La condición física cambia, pero no de manera permanente; las fibras tienden a revertir su estado natural, dando lugar a la contracción. Los hilados se hacen para asumir una condición final por medio de la contracción de la tela en un proceso preparatorio de acabado que minimiza las posteriores contracciones tales como la inmersión en agua fría, seguido por agua caliente, vapor y tratamiento químico. Aún cuando las telas textiles se pre-contrahen, en el momento de lavarse, son obligadas a una adicional contracción. La cantidad de contracción adicional que puede darse después del lavado debe especificarse en la etiqueta de la prenda.

La contracción es un tema muy importante en el caso de la lana y las telas ricas en lana, debido a que la lana puede volverse fieltro y esto reduce las dimensiones de la tela. En orden de evitar esto, los tratamientos anti-fieltro apuntan a hacer que las telas de lana se vuelvan resistentes a la contracción durante su uso y lavado, y puede incluir tratamientos con los siguientes químicos:

- **Gas de cloro** seguido por lavado con bisulfito de sodio (NaHSO_3)
- **Ácido Hidroclórico (HCl)** y hipoclorito de sodio (NaClO) en baño
- **Ácido dicloroisocianúrico**
- Enzimas
- Resinas

Tratamiento de Súper Lavado Súper de Lana

El tratamiento lavado súper de la lana apunta a incrementar las características de anti fieltro y consiste en la aplicación de resinas en la parte superior de las telas de lana. Se usan varios productos y métodos, pero el más popular es el proceso de la Clorina-Hercosett. La resina Hercosett no puede aplicarse directamente en la lana debido a que en condiciones normales no se distribuye de manera uniforme sobre la superficie de las fibras. En orden de evitar tal problema, la lana es tratada con cloro, el cual incrementa la tensión superficial de la misma, de tal manera que la resina Hercosett se puede distribuir fácilmente sobre la superficie, obteniendo así una textura fina y homogénea.

Tratamiento Antipolillas

El tratamiento antipolillas en las lanas y las mezclas textiles de lana se restringe en gran parte a los productos textiles para coberturas de pisos. También, los agentes antipolillas pueden ser aplicados para proteger artículos que serán almacenados por un largo tiempo antes de ser usados – los uniformes militares, por ejemplo. Los tres compuestos utilizados son: permetrina, sulfurón y un derivado de **hexahidropirimidina** (todo junto con permetrina). Con un lavado y limpieza se logra una adecuada solidez para la aplicación del tratamiento de teñido a seco.

4.7.1.2 Niveles de Emisión durante los Tratamientos Químicos en el Proceso de Acabado

Los temas en materia de medio ambiente y salud más preocupantes durante los tratamientos de acabado químico son, en orden de prioridad, los siguientes:

- Emisiones de contaminación atmosférica
- Descargas de agua de desperdicio
- Emisiones difusas al aire en el lugar de trabajo

Descargas de Agua de Desperdicio

Las descargas de agua de desperdicio se crean por las formulaciones residuales y los baños de licor, tanto como la limpieza del equipamiento utilizado. Debido a que los auxiliares de los textiles son costosos, los negocios típicamente mantienen la pérdida basada en la cantidad consumida total del licor en un rango que va del 1 % - 5 %. En algunos casos, (especialmente con las empresas acabadoras con comisiones pequeñas) puede observarse que las pérdidas más altas alcanzan un 50 %. Esto depende del tamaño del chasis del foulard o enrollado y del tamaño de las porciones en el tratamiento de acabado.

Puede asumirse que el impacto ambiental del acabado químico son casi insignificantes comparado con el impacto que producen los procesos de pre-tratamiento, teñido e impresión. La mayor parte de COD generado tiene baja biodegradabilidad, pero en gran parte no es tóxica (esto es importante para la seguridad del consumidor). Las principales excepciones son fórmulas basadas en biocidas.

Emisiones al Aire (incluyen la Atmósfera en el lugar de Trabajo)

El volumen de las emisiones de aire se produce por más o menos componentes volátiles, por productos o impurezas de los auxiliares utilizados. Esto se resume en los párrafos siguientes:

SUSTANCIAS CON PROPIEDADES MENOS PELIGROSAS:

(Clasificadas por clases II, III, IV, V basados en diferentes manuales técnicos en los estados miembros de la Unión Europea, EU).

- Hidrocarburos alifáticos (C1-C40)
- Hidrocarburos aromáticos
- Cetonas
- Alcohol (de poco peso molecular)
- Ésteres (de poco peso molecular)
- Siloxanos
- Ácidos Carbónicos (de poco peso molecular)
- Ácidos grasos
- Alcoholes grasos
- Ésteres grasos
- Amidas grasas
- Alcoholes amino
- Dioles, Polioles
- Éteres del glicol (acetatos)
- Éteres (alifático, aromático)
- **Y muchas más sustancias (todas juntas suman unas 1000)**

Sustancias con Propiedades Más Peligrosas:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Ácido acético-(2 etioxetil) – éster | - Suavizantes/resinas de fluorocarbonos |
| Acetaldehído | - Acetato polivinilo, ácido acético |
| Acroleína (2 – aldehído propenoico) | - Descomposición del glicerol |
| Acrilatos (metil, etil, butilo) | - Polímeros |
| Ácido acrílico | - Polímeros, |
| Aminas alifáticas | - Polímeros, poliuretanos |

2 – 2

Alcohol bencílico

Difenilo

N, N' bis 2 aminoetil-1,2 etanodiamina

Butino- 1,4-diol-2

Caprolactama

Clorometano

Hidrocarburos aromáticos clorados

Cloro etanol

Cloroparafinas

Dicloroetano

Diclorometano

Dietilentriamina

Di (etil-hexil) ftalato

Diglicidiléter

2,4 Disocianato de Tolueno

2,6 Disocianato de Tolueno

N,N- Dimetilcetamida

1,1-Dimetilamina

1,4-Dioxano

Difenilmetano-2,4 disocianato

Difenilmetano-4,4 disocianato

Dipropilentiamina

2,3-epoxi-1-propanol

Etoxietanol

Metano di-aldehído (glioaxal)

Etilendiamina

Ácido fórmico

Hexametilendiamina

Hexametileno disocianato

- Agentes que humedecen, suavizantes

- Portador de teñido

- Portador de teñido

- Suavizantes

- Resinas de fluorocarbonos

- polvos de poliamidas /textiles

- compuestos cuaternarios del amonio

- Portadores de teñido

- Descomposición de retardantes

- Agentes retardantes de fuego

- Cloruro de polivinilideno

- Solvente de limpieza

- Suavizantes

- Auxiliares del teñido/polímeros

- Resinas epoxi

- Resina fluorocarbono extensor

- Resina fluorocarbono extensor

- Solvente de fibra (poliamida 6.6
Metamida)

- Raro

- Surfactantes (etoxilato)

- Poliuretanos extensor

- Poliuretanos extensor

- Suavizantes

- Algunos antiestáticos

- Suavizantes/Resinas de
Fluorocarbono

- Reticuladores

- Suavizantes

- Suavizantes

- Productos de policondensación

- Resinas de fluorocarbono

2- Hexanona

Isocianatonetil-3,5-trimetilciclohexil isocianato

- Resinas de fluorocarbono

Metoxi-1-1propanol

- Resinas de fluorocarbono

- Raro

Acetato de metoxipropil

- Raro

Ácido monocloro acético, etil éster

- Raro

Ácido monocloro acético, éster metílico

- Raro

Alquil-Morfolina N-alquilo

- Cobertura de telas no tejidas

Tricloro acetato de sodio

- Raro

Ácido oxálico

- Auxiliar blanqueador

Tetracloroetileno

- Limpieza a seco

Tiourea

- Auxiliar del teñido

Tricloro acético, ácido

- Raro

Tricresilfosfato (ooo, oom, oop, omm, omp, opp)

- Retardantes de fuego

Trictilamina

- Reticuladores especiales

Trimetil fosfato

- Retardantes de llama

Derivados del estaño, orgánicos e inorgánicos

- Resinas de fluorocarbono

Agentes Hidrofóbicos,

Biocidas

Acetato de vinilo

- Acetato polivinilo

Sustancias con Propiedades Cancerígenas:

Hidrocarburos aromáticos policíclicos

- Productos en gases desecho

Dioxinas (Br, Cl, F)
desecho

- Productos en gases

Bisclorometil éster

- Agente cancerígeno más fuerte, de formación espontánea cuando se mezcla con formaldehido y Cloruro de hidrógeno

Trióxido de arsénico del trióxido de antimonio

- Retardantes de llama

Sulfato de dimetilo

- Compuestos de amonio cuaternario

Etilendiamina

- Retardantes de fuego

1,3-butalideno

- Dispersiones de polímeros

2-vinyl ciclo hexeno

- Dispersiones de polímeros

Epiclorhidrina

- Productos policondensación

1,2- epoxi propano (óxido de propileno)

- Tensio-activos (propoxilato)

Óxido de etileno

- Tensio-activos (etoxilatos)

Cloruro de vinilo

- Dispersión de polímeros

Acrilamida

- Polímeros reactivos,
retardantes de llama

Butanona oxima

- Resinas de fluorocarbono,

Poliuretanos

Pentaclorofenol

- Pesticida

Propilenimina

- Retardante de llama y
reticulado de poliuretano

N-vinilpirrolidona

- Dispersiones de polivinil
Pirrolidona

Una emisión típica de sustancias peligrosas, por ejemplo, es en el gas de escape del proceso Rama Tensora (Stenter) o estiramiento,

- Formaldehído
- Caprolactama
- D-limoneno, terpeno-hidrocarburos
- Fenol
- Etanolaminas
- Acetato de vinilo
- Ácido fórmico
- Acetaldehído
- Acrilato de etilo
- Acrilato de butilo
- Trietilamina
- 1,4-Dioxano
- Cloroacetamida
- Tourea
- Diisooctil ftalato

- N-vinilpirrolidona
- Acetato de metilo
- Glyoxal

- **Ácido acrílico**
- **Etilbenceno**
- Acetato de 1-motopropilo,2

Razones para las Emisiones

La probabilidad de que estas sustancias sean emitidas depende (a) de sus características físicas y químicas (tal como la presión del vapor y el balance o equilibrio hidrofílico/hidrofóbico y (b), de los parámetros del proceso.

- Tiempo de cura
- Temperatura utilizada para la curación
- Tarifa de ventilación
- Matriz del gas de escape
- Material del textil (natural/hidrofílico/sintético/hidrofóbico)
- Catalizador en receta
- Valor del pH en la receta textil

En más del 90 % de los casos, el resultado de la emisión es un proceso puramente aditivo. Es decir, si se sabe el comportamiento de la emisión de cada uno de los componentes de la fórmula, se les puede adherir según la proporción indicada en la formulación y tomando en cuenta otros factores al momento de la reacción, para así entender su efecto colectivo.

Gama o Rango de las Emisiones

(Los datos referidos a continuación se basan en medidas de la emisión en la industria europea textil, principalmente de Alemania).

Las emisiones pueden estar en el rango que va de:

- 5 – 500mg de compuestos orgánicos por m³ con 50 – 4,000g de compuestos orgánicos por hora o, 0.1 – 10g de compuestos orgánicos por kg de textil.

La concentración de la emisión depende sobre todo del volumen disponible del gas de escape.

Las emisiones típicas están en el rango de:

- 20 – 100mg de compuestos orgánicos por m³ con 20 – 800 g de compuestos orgánicos por hora o, 0.4 – 2.0 de compuestos orgánicos por kg de textil.

Las emisiones más peligrosas como el **formaldehido** están en el rango de 1 – 20 mg/m³, 10 – 200 g/h, o, 0.1 – 0.4 g/kg textil. En casos poco frecuentes, las emisiones pueden alcanzar por encima del 80 mg/m³, con 800 g/h, o 1.6 g/kg textil.

Las sustancias cancerígenas no deberían ser un problema de la emisión. Los valores típicos son menos que 1 mg/m³, con 10 g/h, o, textil de 0.02 g/kg. Los surtidores de los productos químicos garantizan típicamente un contenido residual del monómero de menos de 10 mg/kg en los auxiliares.

Los rangos para la salida total para las plantas que se ocupan del acabado van entre unos pocos cientos de kg/h a 100 toneladas métricas por año (esto incluye los hidrocarburos en forma de emisiones).

El rango típico para las diferentes sustancias está descrito en la Tabla 4.51, la cual compara las emisiones de la planta y emisiones de tráfico “naturales” basadas en las rutas a lo largo y ancho de la planta (como los segmentos son de doble tráfico, las emisiones de tráfico son dobles).

Tabla 4.51: Comparación de las Emisiones de la Planta con el Tráfico de Emisiones (en Alemania)

(Basado en las mediciones de proceso de la planta y los modelos de simulación de tráfico)

| Calidad de las emisiones | Emisiones procedentes del tráfico en las instalaciones en kg/año (tráfico en la planta, tráfico debido al suministro, proveedores, empleados) | Emisiones generales de tráfico en kg/año (zona considerada: ~ 4 km ²) | Emisiones de proceso en las instalaciones en kg/año |
|---|---|---|--|
| Organic-C Clase II y superior | 500 – 1,000 Principalmente hidrocarburos | 6,000 – 16,000 Principalmente hidrocarburos | 2,000 – 90,000 Principalmente hidrocarburos alifáticos sustituidos |
| Sustancias orgánicas clase I | 40 – 150 Principalmente aldehídos | 500 – 2,500 Principalmente aldehídos | 200 – 5,000 Principalmente formaldehídos y caprolactama |
| Sustancias cancerígenas | 15 – 30 Principalmente benceno | 300 – 800 Principalmente benceno | 1 – 20 Principalmente monómeros |
| Sustancias inorgánicas principalmente NO _x | 1,000 – 4,000 | 15,000 – 40,000 | 1,000 – 10,000 |

(Basado en las mediciones de los procesos de la planta y de los modelos de simulación del tráfico)

En relación a las emisiones de carbón orgánico y las emisiones de sustancias de clase I, las emisiones del proceso son claramente dominantes. Sin embargo, en el caso de pequeñas empresas, el tráfico de emisiones es dominante con respecto a estas dos categorías de emisiones. Con respecto a las sustancias cancerígenas, las emisiones de planta pueden ser consideradas insignificantes. Como es de esperar, las emisiones inorgánicas de planta son claramente más bajas que las emisiones de tráfico.

Medidas de Reducción de Emisiones

Todas las emisiones mencionadas en los párrafos anteriores pueden ser reducidas a través de diferentes tecnologías de limpieza de gas de escape. Las siguientes son comúnmente utilizadas:

- Depurador acuoso
- Filtro del electro
- Condensación
- Combinaciones de los anteriores
- Incineración termal

El rango de la tasa de reducción se extiende del 10 y 90 %. Se estima que globalmente, aproximadamente 1 % de las máquinas de aire caliente se han equipado con este tipo de maquinaria a la fecha.

Otro hecho importante con respecto al tema de las emisiones es que la maquinaria de aire caliente (metano, propano/butano) puede producir emisiones relevantes. Esto es el resultado de que se queman de manera incompleta tal el caso del gas. A su vez, esto lleva a las emisiones adicionales tal es:

| | |
|--|--|
| 5 – 1000 mg C/m ³ hasta 10 kg C/hora | - para el metano |
| 2 – 30 mg/m ³ hasta 300 g/hora | - para el formaldehido (en casos por encima de los 60 mg/m ³) |
| 2 – 50 mg orgánico C/m ³ hasta 500 g C/hora | - para el propano butano |
| 10 – 500 g/m ³ hasta 5 kg/hora | - para el monóxido de carbón |
| 5 – 10 g/m ³ hasta 0.1 kg/hora | - para los óxidos del nitrógeno |

Esto es importante saber cuándo se controla el escape de gas.

Bajo estas circunstancias, por ejemplo, no tiene sentido trabajar con recetas de acabado basadas en las resinas de agentes libres de **formaldehido** si los quemadores o la máquina de aire caliente son ajustadas y producen alto **formaldehido** en el aire de ventilación.

Emisiones de Intenso Olor

En la mayoría de los casos, el olor es la razón para comenzar la discusión del escape de gas en la industria textil. El olor que emerge en las poblaciones cercanas a las plantas de acabado textil puede tener diferentes causas:

- La cantidad y calidad de las sustancias que emiten intenso olor
- La distribución de esas sustancias
- La situación meteorológica del área

Las típicas fuentes son:

| | |
|---|---|
| Caprolactama | - Poliamida 6 de termo fijación |
| Recubrimiento del Polvo de poliamida | |
| Aceite Mineral | - Sintéticos, preparaciones de termo-fijación |
| Aceite del Éster | |
| Amoníaco, monómeros | - Recubrimiento, impresión |
| Alcoholes especiales tales el | |
| Aceite mineral blanco, o, n-butanol extendido | |
| Hidrocarburos aromáticos tales el trimetil benceno | |
| Solvente de Impresión | |
| Hidrocarburos Terpeno | |
| Lavado | |

| | |
|-----------------------|---|
| | - Resinas de melanina |
| | - Reactivo retardante de llama |
| Derivados del sulfuro | - Sulfuro para el teñido, procesos de reducción |
| Aldehídos | - Chamuscado |
| Acroleína | - Descomposición del glicerol, etc. |

4.8 Recubrimiento/Laminado

El siguiente es sólo una breve descripción de los procesos de recubrimiento textil y laminado.

Los recubrimientos y laminados textiles usualmente son un sustrato del textil, el cual es típicamente una tela tejida, de punto o, no tejida, las cuales se combinan con una fina y flexible película de sustancias poliméricas naturales o, sintéticas.

Una tela revestida normalmente consiste en un sustrato del textil sobre el cual se aplica un polímero directamente como un líquido viscoso. El grueso de la película que se aplica o agrega es controlado y se realiza a través de una lámina o una abertura similar.

Una tela laminada consiste en uno o más sustratos del textil combinados con un pre-preparado de una película del polímero o, membrana por medio de pegamentos (adhesivos) o calor y presión.

La técnica básica para el revestimiento/laminado de las telas requiere del siguiente proceso:

- La tela que se cubrirá/laminada es del ancho total montado en un rodillo
- La tela se alimenta bajo un control cuidadoso en materia de tensión a una zona caliente de revestimiento o laminado
- Después de la aplicación, la tela revestida se pasa a través de un horno para curar el compuesto y para remover solventes antes de enfriarla y enrollarla.

En la industria textil, la laminación a fuego con espuma es una técnica ampliamente utilizada.

En este proceso no se necesita secado ni curado en el horno.

Los principales impactos ambientales asociados con el revestimiento y laminado son VOCs de solventes, de los suavizantes, etc. (Ver sección 3.10.3 impactos ambientales de los agentes de revestimiento).

5. Rol de los Pesticidas

Esta sección describe los pasos en los cuales los **pesticidas** pueden utilizarse en textiles, los tipos de **pesticidas** y los impactos que pueden tener en el medio ambiente, la salud y la seguridad del trabajador, y en el consumidor.

5.1 Producción del Algodón

Durante su ciclo de crecimiento, el algodón tiene que estar protegido contra los insectos, nematodos, enfermedades, y malas hierbas.

El manejo de los parásitos es de interés crucial para los agricultores del algodón. Aunque los productos químicos pueden tener un cierto impacto ambiental, el manejo responsable del parásito tiene también algunos efectos ecológicos positivos. Las pérdidas de la cosecha se reducen al mínimo y por consiguiente la consumición de recursos se minimiza:

- Consumo de agua (fibra de algodón de 7000-29000 l/kg)
- Consumo de energía (fibra de algodón de 13.5 kWh/kg)
- Fertilizantes (fibra de algodón de 0-550 g/kg)
- Área agraria

Sin el manejo o, la dirigencia del parásito, las pérdidas de las cosechas serían demasiado altas para abastecer los mercados mundiales del algodón hoy día. La producción mundial del algodón en el año 2000 era según una estimación – de 18.9 millones de toneladas, la cual es aproximadamente el 41 % del total de la demanda de las fibras (Towsend, 2001).

La producción de algodón orgánico (crecimiento del algodón sin fertilizantes orgánicos e inorgánicos sintéticos, **pesticidas**, reguladores de crecimiento y defoliantes) se estima que es menos que 10,000 toneladas (<0.1 % de la producción total mundial). (Chaudry, 2000).

5.2 Control de Insectos

Los **organoclorados**, **organofosforados**, **piretroides** y carbonatos son los grupos principales de **insecticidas** utilizados para controlar insectos (Charudry, 1996). Los **insecticidas** se aplican usando rociadores manuales, rociadores motorizados, de tractor montados y desde el aire, por aeroplanos.

Los **pesticidas** que están prohibidos en países industrializados aún se usan en países en vías de desarrollo. (En 1998, el DDT todavía representaba el 75 % de los pesticidas usados en la India) (VITO, 1998). Sin embargo, productos biológicos (tales como el *Bacillus thuringiensis*) han incrementado su uso,

Los **organofosforados** y los **piretroides** son los únicos grupos utilizados en casi todos los países. Los **piretroides** suman aproximadamente el 38 % en el mercado.

De acuerdo con Laursen, (1997) y Frahne (2000), la siguiente lista incluye los **insecticidas** más comúnmente utilizados en 1990s.

- Aldicarb (carbonato)
- Cipermetrina (piretroide)
- Deltametrina (piretroide)
- Diflubenzurón (organoclorados)
- Endosulfán (organoclorados)
- Esfenvalerato (piretroide)
- Etil paratión (organofosfato)
- Fefopatrín (piretroide)
- Fenvalerato (piretroide)
- Monocrotofos (organofosfato)
- Metonmilo (carbamato)
- Metil paratión (organofosfato)

- Tiodicarbamato (carbamato)
- Qinalfos (organofosfato)
- Endosulfán (organoclorados)

Amitraz, endrina, curacron, clorpirifos, dimefoato, y DDT son también utilizados.

La clase y cantidad de insecticidas rociados durante el crecimiento del algodón depende del país (región) y de la estación. La infestación pesada puede llevar a la utilización de 30 clases de rociado por estación. El consumo específico de los insecticidas en diferentes países se detalla en la diagrama 5.1:

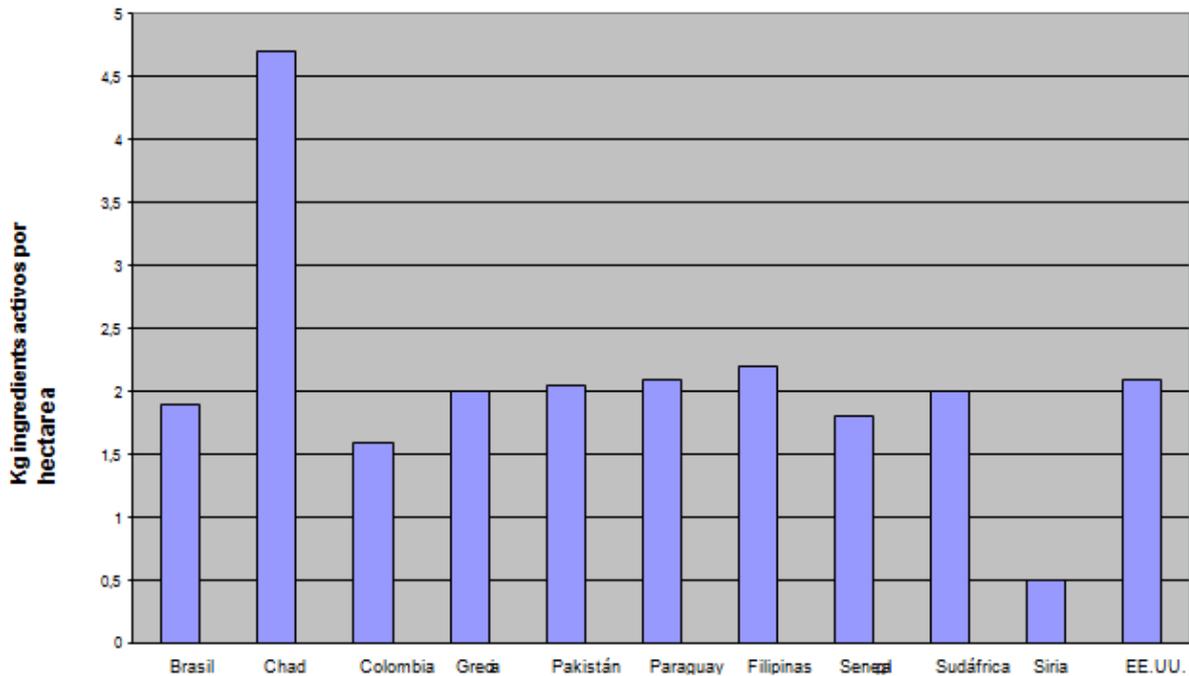


Diagrama 5.1: Cantidad de Consumo de Insecticida por Hectárea in Diferentes Países (Chaudry, 1996)

5.3 Control de Nematodo

Los nematodos pueden ser controlados inyectando los gases o líquidos dentro del suelo. Se aplican las siguientes sustancias alogenadas (Laursen, 1997)

- Bromuro de metilo
- Dicloropropano
- Metil de Isotiocianato
- Tricloronitrometano
- Dibromoetano

Los organofosfatos y los carbamatos pueden aplicarse en forma granular en el suelo.

5.4 Control de Enfermedades en Plantas

La mayoría de las enfermedades del algodón se controlan tratando las semillas. Los productos fungicidas que se utilizan son el carboxina, panogen y carbendazim. Se aplica 0.2 – 0.25 kilogramos por tonelada de semilla (un kg. de semillas produce aproximadamente 30 kg. de algodón). (Laursen, 1997).

5.5 Control de Hierbas

El tipo de herbicidas utilizados varía de acuerdo con los tipos de hierbas. La mayoría de los herbicidas se basan sobre la química del **toluidine**, urea y del **arsénico**.

- **Trifuralin**
- Fluometuron
- Diurón
- Pendimetalin
- Metolcloro
- Fuazifob butil
- Metil arsonatos
- Cianazina

5.6 Químicos que Ayudan a la Cosecha del Algodón

5.6.1 Defoliantes

La defoliación química es un requisito previo para la máquina que cosecha. En algunos casos, los agentes defoliantes se utilizan para realzar la madurez del cultivo o cosecha y también para mejorar la uniformidad. En los Estados Unidos, casi todo el algodón es desfoliado en el Oeste, pero sólo el 20 % se deshoja en el Sureste.

En este proceso, se aplican los defoliantes que se detallan a continuación:

- **Ácido 2,4- diclorofenoxiacético**
- **Ácido arcénico (con concentración del 75 %)**
- Ácido cacodílico
- Dimetipina
- Endothall
- Paraquat (1-1-dimetil-4 0,4'bipiridinio sulfato metil bis)
- Clorato de sodio
- Thidiazuron
- Thidiazuron+diuron (herbicidas)
- Tribufos

5.6.2 Reguladores del Crecimiento de la Planta

Los reguladores del crecimiento de la planta permiten mayor eficacia durante la cosecha

Los químicos que se usan para regular el crecimiento, acorde a Laursen (1997),

- PIX (1,1-dimetil piperidino cloruro)
- ETEFON (**2-cloroetil fosfónico**)
- DROPP (derivado del thidiazuron)
- Harvade 25 F (dimetipina (2,3-dihidro 5,6-dimetil-1,4-1,4,4-tetraóxido))
-

5.7 Consumo de Pesticidas

Chaudry estima un promedio de uso de insecticidas de 2 kg/ha (Vea el Diagrama 5.1)

De acuerdo con Dollacker, aproximadamente se utilizan 450 g/ha **ésteres del ácido fosfórico** y/o, 60 g/ha de **piretroides** (ingredientes activos) en aerosol (Dollacker, 1996).

Según se extrajo de una comunicación personal (Clariant, 2001), el consumo específico de **pesticida** disminuyó en los últimos años y hoy día, se puede estimar que se utilizan unos 0.5 kilogramos – 1kg/ha (ingredientes activos). El mínimo en la actualidad es de 25 g de sustancia activa por hectárea.

Si se asume que una producción media de algodón de 1000 kg/ha y un consumo de **pesticida** de 1kg/ha, entonces se infiere que se aplica 0.1 % al algodón.

5.8 Agentes de Conservación durante la Transportación

La información acerca de los tipos y la cantidad de agentes de conservación del algodón durante su transportación son difíciles de cuantificar y predecir.

Los materiales que envuelven el jute utilizados para embalar el algodón pueden contener 0.01 % de **pentaclorofenol (PCP)**. (Laursen 1997).

Los **fenoles** tratados con **cloro**, **el arsénico**, las sales metálicas (**arsénico**, cinc, cobre o mercurio), el DDE y el **DDT** se pueden emplear como agentes de conservación durante transportación (Laursen, 1971); también se pueden utilizar, los **piretroides** y los ésteres del **ácido fosfórico**, al igual que el (Enquete, 1994). De acuerdo con otra fuente de información, también se utiliza el PCP laurates (Flemish BAT, 1998).

5.9 Contaminantes Residuales en el Algodón Crudo

5.9.1 Investigaciones del Bremer Baumwollbörse (Bolsa de Valores del Algodón Bremer)

En los últimos años la Bolsa de Valores Bremer analizó el algodón crudo de diferentes países. Investigaciones centradas en defoliantes, metales pesados, **PCP**, **el fomaldehído** y los **pesticidas**. Los resultados se resumen a continuación (Bremer, 2000).

5.9.1.1 Defoliantes

En países como Argentina, Chad, Israel, Mali, Mexico, Turkmenistan, Estados Unidos, y Uzbekistan se analizaron las sustancias que se mencionan a continuación con el correspondiente límite de detección:

| Sustancia | Valor límite (para el consumo en Alemania) |
|----------------|--|
| 2,4,5-T | 0.05 ppm |
| Diclorprop | 0.05 ppm |
| Mecoprop | 0.10 ppm |
| 2,4-D | 0.10 ppm |
| MCPA | 0.10 ppm |
| MCPB | 0.10 ppm |
| Fenoprop | 0.10 ppm |
| DEF | 0.01 ppm |

En Israel se encontraron cantidades perceptibles de DEF (0.008ppm), En Turkmenistan (0.006ppm) y en los Estados Unidos (0.010ppm). Estos químicos no han sido detectados en otras cantidades significantes.

5.9.1.2 Metales Pesados

En 1992 y 1998, el algodón en Argentina, Chad, Cote d'Ivoire, Grecia, Israel, Siria, Turkía, Turkmenistan, Estados Unidos, y Uzbekistan fue testeado por los siguientes metales pesados: **arsénico**, **cadmio**, **romo III**, **romo IV**, cobalto, cobre, **plomo**, **mercurio**, y níquel. No se encontró ningún residuo.

5.9.1.3 Pentaclorofenol (PCP)

En los años 1992, 1993, 1994, y 1998 el algodón fue testeado en los países de Argentina, Chad, Cote d'Ivoire, Grecia, Israel, Mali, Paraguay, Peru, Senegal, Turkía, Turkmenistan, Estados Unidos, Uzbekistan y Zimbabwe, pero no se encontraron residuos de **PCP**.

5.9.1.4 Formaldehído

En los años 1992, 1993, 1994, y 1998, se testeó el algodón en los países de Argentina, Chad, Egipto, Israel, Mexico, Peru, Sudan. Estados Unidos, y Uzbekistan, pero no se encontraron residuos de **formaldehído**. Se encontraron niveles perceptibles de **formaldehído** en muestras en los países de Argentina (0.0048 ppm), Chad (0.0012 ppm), Sudan (1.0 ppm) y Uzbekistan (0.004).

5.9.1.5 Pesticidas

Según Okotex, el algodón es testeado por los siguientes pesticidas:

5.9.1.5 Pesticides

| | |
|--|---|
| • 2,4,5-T (compuestos organoclorados) | • 2,4 D (compuestos organoclorados) |
| • Aldrin (compuestos organoclorados) | • Carbaryl (naftilo carbamato de metilo) |
| • DDD (compuestos organoclorados) | • DDE (compuestos organoclorados) |
| • Dieldrin (compuestos organoclorados) | • Alpha-Endosulfán (compuestos organoclorados) |
| • Beta-Endosulfán (compuestos organoclorados) | • Endrina (compuestos organoclorados) |
| • Heptacloro (compuestos organoclorados) | • Heptacloroepóxido (compuestos organoclorados) |
| • Hexaclorobenceno (compuestos organoclorados) | • Alpha-Hexacloro ciclohexano (compuestos organoclorados) |
| • Beta-Hexacloro (compuestos organoclorados) | • 8-Alfa-hexaclorociclohexano (compuestos organoclorados) |
| • Lindano (compuestos organoclorados) | • Metoxicloro (compuestos organoclorados) |
| • Mirex (compuestos organoclorados) | • Toxafeno (Canfecloro) (compuestos organoclorados) |
| • Trifluralin (compuesto fluorado) | • |

Los resultados de las pruebas se presentan debajo de acuerdo con el año.

2000:

Se encontraron cantidades de rastro de **DDTs** (0.048 ppm) y del lindano (0.028) en el algodón de Mali, y 0.034 ppm **DDTs** en el algodón de Argentina. Sin embargo, en países como Camerún, Egipto, Israel, Sudán, Siria, Tobago, Estados Unidos, Uzbekistán, y Zimbabue, no se encontraron residuos de pesticidas.

1998:

En Turkmenistán (0.0013 ppm), y en los Estados Unidos (0.0640 y 0.3500 ppm) se encontraron las mencionadas cantidades de rastro en el algodón. Mientras que en Burkina Faso, Sábalo, Mali, Paraguay, Senegal, México, Sudán, Uzbekistán y Zimbabue no se encontraron pesticidas residuales en el algodón.

1996:

Hexaclorociclohexano (HCH) (0.005 ppm) y Lindano (0.016) se encontraron en el algodón de Turkmenistán. Cantidades pequeñas de Lindano en el algodón se encontraron en Uzbekistán (0.005 ppm) y Zimbabue (0.005 ppm). Las muestras de Costa de Marfil, Chad, Malí, Paraguay, Senegal, Turquía, EE.UU. y Zimbabue no mostraron residuos de **plaguicidas** o **pesticidas**.

5.9.2 Datos y Conclusiones Adicionales Respecto a Residuos en el Algodón Crudo

Todos los resultados anteriormente mencionados en relación a los **pesticidas**, defoliantes, **PCP**, metales pesados, etc. están lejos por debajo de los estándares de acuerdo con la ley de alimentos de Alemania y/o Okotex de 100 valores límite. Sin embargo, el análisis de la Bolsa de Valores Bremer se focaliza en los tipos de pesticida con cloro, sólo un carbamato compuesto se encuentra en la lista y los **organofosforados** y los **piretroides** no son considerados.

El algodón crudo es comúnmente pre tratado antes de llevar a cabo el teñido, la impresión y el acabado final. El proceso del pre-tratamiento acuoso (excepto por el enzimático son llevados a cabo en soluciones alcalinas relativamente fuertes, mayormente a elevadas temperaturas. Un estudio acerca del lindano y el retiro del **PCP** en los pasos del pre-tratamiento emprendidos por Kuster (1996) afirma que estos **pesticidas** no son estables en soluciones alcalinas. Este estudio encontró que en el pre-tratamiento:

- El Lindano puede removerse en un 100 %
- Aproximadamente, el 7% de los residuos **PCP** permanecen en las fibras, por lo tanto podemos estimar la eficacia de la remoción de **pesticidas** con cloro en un 90 % durante el pre-tratamiento.

Los **pesticidas** más importantes (**éteres de ácido fosfórico**, carbamatos y **piretroides**) no son estables en soluciones alcalinas. Desde una perspectiva de la seguridad para el consumidor, los residuos de estos tipos de **pesticidas** en el algodón y la mezcla de textiles de algodón son insignificantes. La lana, normalmente es tratada con ácido y baños naturales; respecto a las telas de lana, la situación conlleva un análisis aparte.

5.10 Biocidas en Agentes de Apresto

De acuerdo con los productores de los agentes de apresto (Emsland-Stärke, BASF, Südstärke, Avebe), los mencionados agentes en forma de polvo se entregan sin agentes de conservación (biocidas). En las regiones tropicales con un alto grado de humedad, sin embargo, pueden encontrarse los ingredientes biocidal en agentes de apresto (que agregan los productores de apresto). La información sobre la clase y cantidad de los biocidas es difícil de definir. Laursen reportó que se pueden agregar el 1 % en peso, debido a los preservativos, a los agentes de apresto (Laursen, 1997).

Los agentes de apresto que vienen en forma líquida (policrilatos, poliésteres) contienen biocidas en cantidades de 15 – 20 ppm (sustancia activa) (BASF, comunicaciones internas).

Podemos estimar el contenido del **pesticida** en tejidos “loom state” (sin teñir) basados en:

- 1 % de contenido biocida (10 g/kg)
- Se le agrega el tamaño a los hilados de deformación en un 15 %
- El promedio de hilado de lana / trama urdimbre es de 40/60

Esto tendría lugar en un contenido del **pesticida** de 0.06 % (0.6 g/kg) o, 600 ppm antes de cualquier otro paso del pre-tratamiento. En el teñido, fregado y blanqueado, los biocidas presentes, debido a los aditivos biocidas en los agentes del teñido se remueven en un 100 %.

5.11 Biocidas y Otros Auxiliares Textiles

Los biocidas se usan en los auxiliares textiles que contienen componentes naturales sensitivos a la degradación biocidal. Una fuente principal para los biocidas son los espesantes, basados en los alginatos que se utilizan especialmente en las pastas de impresión.

El contenido biocida en los auxiliares depende de los biocidas que se utilizan. Por ejemplo, si se utilizan los derivados del cresol tratados con cloro, se agrega aproximadamente un 0.5 % (y en algunos casos hasta el 1 %) de la sustancia activa. Si se utilizan los biocidas basados en el **isotiazolinona**, la cantidad usada es de entre 15 – 50 ppm de sustancias activas.

5.12 Conclusión

Los estudios de los residuos del **pesticida** en el algodón crudo, junto con el hecho de que muchos pesticidas comúnmente usados son inestables en soluciones alcalinas del pre-tratamiento, muestran que los **pesticidas** aplicados en la producción del algodón son un riesgo insignificante en materia de seguridad del consumidor.

Es importante y notorio que las investigaciones mencionadas en párrafos anteriores acerca del **pesticida** en el algodón crudo, estaban centradas en una sola selección (y no siempre en la selección apropiada) sobre los **pesticidas**. Es de mucha utilidad más información sobre los residuos de los piretroides y carbamatos. El análisis sobre los residuos del **pesticida** en el algodón debería alinearse con los **pesticidas** comúnmente usados en la producción del algodón.

Existe menos información sobre los agentes de conservación que se usan durante transportación y la preservación de los aditivos para los agentes de apresto en regiones tropicales. Como se menciona en párrafos anteriores, los residuos en los textiles del “loom state” causados por los preservativos se esperan sólo en textiles provenientes de regiones tropicales. Éstos pueden estimarse a groso modo en unos 600 ppm. En los procesos de pre-tratamiento y procesos acuosos resultaría en una reducción de casi 100 % de estos residuos.

6. CUERO NATURAL

6.1 Materia Prima

La piel del animal es la materia prima para hacer el cuero, el cual es el subproducto de la producción de carne. Inmediatamente, después de matar el animal, las bacterias comienzan a descomponer la piel del animal. Debe prevenirse este proceso natural que daña la superficie de la piel. En Europa Central, este proceso de descomposición es retardado por medio del enfriamiento, el cual, comparado con el tradicional proceso de salar resulta más conveniente para el medio ambiente.

6.2 Beamhouse/Curtiduría

6.2.1 El uso de Cal

En el primero paso del proceso, las pieles se colocan en un tambor que aplica cal, las cuales se empapan de agua para limpiarlas de cualquier suciedad natural y restaurarlas en un 65 %. Después de esto, se coloca en el tambor sulfuro de cal y de sodio. Esto permite que el curtidor lave los aceites y proteínas naturales (tema que no es importante para la producción del cuero) fuera de la piel y de los aumentos del nivel de pH de esta solución química utilizada para remover el pelo de la piel. Los tioles alifáticos se utilizan como auxiliares en el proceso que pela el pelo. El proceso se realiza empapando y abonando con cal, el cual típicamente dura entre 24 y 36 horas. La piel abonada con cal y depilada deviene en "pellejo".

6.2.2 Descarnadura

En este paso, el exceso de carne y el tejido fino graso de debajo del pellejo se remueven mecánicamente y se ajusta el pellejo. Durante este proceso, se remueven las secciones de la raíz de la cola (rabo), el ombligo, las rótulas, y otras partes indeseadas de la piel. Lo orgánico que se obtiene es una materia prima natural valiosa para las industrias del pegamento y de la gelatina o, para las plantas industriales de gas metano.

6.2.3 Dividiendo el Cuero (Splitting)

Un cuchillo de banda se usa para separar la piel o el pellejo en una división de grano y una división de carne. La división de grano o cuero es posteriormente procesada en cuero superior. La división de carne se supe a la industria de la gelatina.

6.2.4 Curtiembre

La curtiembre es un proceso por el cual la piel se preserva y se conserva para que resulte de larga duración. Hasta que se broncea, la piel es perecedera, Este proceso se compone de cinco pasos y se completa en aproximadamente 20 horas. Estos pasos se realizan uno a continuación del otro en un tambor de curtiembre:

Desencalado: En este paso, la cal que se había agregado anteriormente es removida. En el curtido, este paso utiliza el bióxido de carbono, que se considera ser ambientalmente inofensivo. El peróxido de hidrógeno se puede utilizar antes de insertar el CO₂ con el objetivo de reducir la formación del sulfuro de hidrógeno (preferiblemente bajo control del redox).

Rebaja: El colágeno y otras proteínas se remueven gracias al uso de enzimas. Esto hace que las fibras devengan en más flexibles y se suavice el cuero.

Adobado: En este paso, se agrega ácido y sale para bajar el nivel de pH de la piel del animal y se la prepara para el agente del bronceado. Cuando la piel alcanza el pH de 3 en su máxima extensión, está preparado para el agente de curtiembre.

Curtido y Basificación: Las pieles pueden ser curtidas utilizando un gran número de de diferentes sustancias; sin embargo, el cromo es el más comúnmente usado. Cuando el pH es bajo, las moléculas de cromo pueden penetrar fácilmente la piel e incorporarse dentro de las fibras de la piel. Durante la basificación el pH es significativamente elevado, lo que hace que las partículas de cromo en la piel crezcan más y se conectan con el colágeno de la piel en por lo menos, dos lugares. Esta conexión entre el agente del curtido y el material de la piel se llama curtiembre. Los tintes de cromo que curten la piel dentro se tornan de un color azulado; por lo tanto, después del proceso de curtido se denomina "azul mojado".

6.2.4.1 Oxidación Involuntaria del Cromo III a Cromo IV en el Cuero y los Productos de Cuero

El cromo (IV) no se piensa ni se utiliza en el proceso de la producción y debe ser visto como de contaminación cruzada por la oxidación evitable del cromo trivalente al cromo **hexavalente**, el cual es una sustancia peligrosa. La oxidación del cromo (III) que deviene en **cromo (IV)** normalmente tiene lugar en presencia de una fuerte agente de oxidación en un ambiente ácido, pero también puede tener lugar en presencia de agentes suaves de oxidación con alto pH. En el proceso de neutralización del cuero, se crean tales condiciones; por lo tanto, el cuero y los productos del cuero a veces contienen Cromo (IV) aunque solamente los compuestos del cromo bajo la forma de cromo (III) se utilizan en el proceso del curtido.

También el peróxido de oxígeno remanente del primer paso del curtido contribuye a la oxidación involuntaria del cromo (III) al **cromo (IV)**.

La oxidación involuntaria también puede ser el resultado de algunas reacciones indeseadas en el cuero en sí mismo. La influencia de algunos agentes como el amoníaco, el bicarbonato de sodio, el auxiliar catiónico, o un auxiliar reductor, no aumenta directamente el contenido del cromo (IV), sin embargo, el proceso de envejecimiento causado por un tratamiento con amoníaco o bicarbonato de sodio puede contaminar el cuero después de un cierto tiempo. Se recomienda la utilización de un auxiliar reductor antes del teñido en vez de amoníaco u otro agente alcalino fuerte.

Debe evitarse el almacenar los cueros bronceados en ambientes húmedos y calientes por períodos largos de tiempo; esta recomendación debería proveerse a los usuarios también.

El licor pesado tiene una influencia importante en la formación de cromato en el cuero. El mayor efecto se materializa en el sulfato clásico y los aceites de pescado sulfitados y productos con simple o múltiples ácidos grasos no saturados (libres o, esterificados). Los agentes del licor pesado natural o sintético que carece de las sustancias mencionadas en párrafos anteriores no conducen a la formación del cromato. Los hidrocarburos clorados de la larga cadena de C16 – 30 (**parafinas cloradas**) también pueden utilizarse.

6.2.4.2 Curtido con Sustancias Diferentes al Cromo

Para elaborar cueros bronceados pueden utilizarse otros minerales, aunque las características totales de los cueros producidos no serán comparables con las obtenidas con la utilización del bronceado con cromo.

Aluminio: La utilización de aluminio como sustituto está aún en discusión debido a las indicaciones que muestran un efecto considerablemente adverso o nocivo para la salud de las personas y el medio ambiente. Otros agentes de bronceado son los agentes vegetales de bronceado, aldehídos y sintanos.

Agentes Vegetales del Curtido: Los agentes vegetales del curtido son polifénicos compuestos y pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Hidrolizable pirogalol (Myrabolan, roble, zumaque, castaño, etc.)
- Taninos condensados basados en catecol (mimosa, quebracho)

Sintanos, Resinas, y Policratos. Los sintanos, las resinas y los policratos son agentes utilizados alternativamente o, agregados al cromo y a los taninos vegetales. Los *sintanos* son productos sulfonatos de condensación de los compuestos aromáticos sustitutos del oxidrilo (**fenol, cresol o, naftalina**) con **formaldehído** y a menudo con amidas. Se debe prestar atención al contenido de los monómeros y sintanos. Se han detectado cantidades residuales de **formaldehído** y fenol en muchos productos.

Los polifenoles del sulfonato son utilizados no sólo como agentes de bronceado, sino como agentes de dispersión, surfactantes, agentes que humedecen, auxiliares para suspensiones, y estabilizadores. Estos amplios usos por muchos usuarios conducen a los lanzamientos pequeños pero continuos de fuentes aparentemente difusas.

Las *resinas* son derivados de compuestos alifáticos tales como los poliuretanos, dicianidamida y melanina. Las resinas contienen (baja) concentración y libre de formaldehído y fibras inorgánicas.

El glutardialdehído es el más común de los aldehídos, pero el formaldehído todavía se usa. Los **formaldehídos** tienen que ser cuidadosamente evaluados con respecto a la seguridad en el trabajo. Como sustancia cancerígena, el **formaldehído** requiere medidas de especial control.

El **glutardialdehído** tiene efectos bactericidas y es por lo tanto también utilizado como desinfectante. El glutardialdehído tiene una biogradibilidad limitada, alta toxicidad y probables influencias negativas en el tratamiento biológico. El **glutardialdehído** es indudablemente una sustancia de mutación más fuerte que el **formaldehído** aunque menos volátil.

6.2.5 Auxiliares del Curtido

Las sustancias grasosas sintéticas, naturales y minerales, polímeros, y productos de poliadición, policondensación, componentes complejos de ácido metálico, derivados de siliconas y componentes orgánicos **perfluorados** son utilizados para corregir las propiedades hidrofílicas del cuero (desde el comienzo de los agregados de los surfactantes) o, para alcanzar características de impermeabilidad.

Otros agentes de impregnación de la piel que intentan mejorar las cualidades del uso del cuero incluyen agentes repelentes del aceite y agentes que reducen la permeabilidad del gas; estos son los que contienen solventes o las preparaciones libres de solvente de **componentes orgánicos perfluorinados**.

Los retardadores de fuego están a menudo basados en fósforo, pero pueden también estar basados en trióxido de antimonio y/o otros óxidos metálicos, así como los compuestos de boro y nitrógeno.

Los agentes de reducción de la abrasión son muy similares a los agentes impermeables. Los agentes anti- electrostáticos son mayormente agentes de superficie activos aniónicos o, catiónicos. También se utilizan los poli condensados (de alta viscosidad) y polímeros.

6.2.6 Cortar/Extracción de agua (Sammying)

Los azules mojados, los cuales son empapados, se disponen en una máquina sammying y dos rodillos de fieltro extraen algo de agua bajo alta presión. Luego, se corta la piel completa en dos lados, para facilitar el manejo de más procesos. Cada lado está marcado para facilitar el trazo.

6.2.7 Clases de Teñido

En los azules mojados, los daños en la piel tal como rasguños o cicatrices, son fáciles de identificar. Durante la clasificación, se separan y se clasifican en diferentes clases por calidad (basados en los daños en la piel).

6.2.8 Afeitado

La napa, suave para el calzado de los niños requiere una tensión del cuero diferente a las botas de practicar alpinismo. El proceso de afeitar consiste en ajustar la piel en orden de la preferencia; la capa, que no se necesita se afeita mecánicamente del lado trasero de azul mojado. Las virutas se procesan más a fondo en el cuero consolidado.

6.2.9 Reteñimiento

Sólo durante el reteñimiento el cuero consigue su carácter especial y cobra un carácter específico según el cliente. El reteñimiento se lleva a cabo de acuerdo a una fórmula especial en un tambor de teñido. Consiste en varios y diferentes pasos de producción:

Neutralización: En este paso, se ajusta el pH del azul mojado a un particular valor cuando se lleva a cabo el teñido, el bronceado, y los químicos que engrasan.

Refeñimiento: Para darle al cuero el carácter que el cliente o consumidor requiere junto con otras características técnicas, se le agregan agentes de teñido al azul mojado durante el refeñimiento. Ésta mezcla le aporta al cuero, suavidad, elasticidad, valores de rasgado y textura y otras propiedades del cuero. La industria del cuero utiliza tinturas aniónicas que se dividen de la siguiente manera: tintes ácidos, tintes directos, tintes mordante, tintes pre-metalizados y tintes solubilizados del sulfuro.

Teñido: Los colorantes se agregan para obtener el color deseado en la superficie del cuero. El tinte debe penetrar por completo a la piel para asegurar que los bordes también tengan el color deseado durante la transformación posterior.

Los agentes húmedos, los agentes de nivelado, los blanqueadores, intensificadores de sombra, los agentes aplicados después de los tratamientos y agentes que fijan durante la aplicación del teñido. Todos estos productos tienen diferentes efectos sobre el colorante y el cuero. También se pueden agregar surfactantes a los colorantes. Químicamente estas sustancias auxiliares se pueden clasificar como:

- Agentes de dispersión: e. g. , ésteres ácidos sulfatados y amidas, ácidos grasos condensados
- Sulfonatos arilo alquilo o, productos de etoxilación
- Agentes húmedos (auxiliares) pueden dividirse en categorías aniónicos (e.g. sulfatos alquilos, sulfonatos alcano, arilo alquilo sulfonatos, etc.), no iónicos (e.g. ésteres ácidos fosfóricos, etc), y catiónicos (e.g. ésteres poliglicol amina arilo alquilo, derivados de la amina, betaínas, condensados de poliaminas
- Solventes pueden usarse para promover la disolución de colorantes en agua. Los solventes los cuales pueden utilizarse de esta manera son: alcoholes, ésteres, polioles, tioésteres, y mezclas de todo lo anterior.
- Agentes que se agregan en el agua pueden dividirse en los siguientes grupos: nitrolotriacetato (NTA), etilendiamin tetra acetato (EDTA), polifosfato (Caigon), ácidos carboxílicos.
- Los reguladores pH son: ácidos orgánicos, ácidos, sales de taponamiento, o, mezclas de estos los químicos.
- Agentes antiespumantes son de baja espuma de agentes humectantes, mezclas de alcoholes de alta valor y ésteres de ácido fosfórico
- Los agentes pos-tratamiento y los agentes de fijación son sustancias tensoactivas, particularmente componentes policuaternarios catiónicos del amonio, formaldehido catiónicos policondensados y otros derivados del nitrógeno como también agentes complejos inorgánicos, sales metálicas y preparaciones de todo lo mencionado.

Engrasar: La piel grasa que es removida durante el encalado se reemplaza por una elegida por el curtidor. La grasa elegida determina la apariencia del producto terminado en términos de color, forma, textura y lustre. Sólo las grasas hidrofóbicas se utilizan en la curaduría. Estas grasas hacen que el cuero sea repelente al agua y reducen la habilidad del cuero a absorber el agua. Durante este proceso, la fibras de la piel son envueltas por el licor de una manera tal que permita conservar la fragilidad natural del cuero. El resultado de este paso hidrofóbico es que el agua no pasa a través del zapato de cuero, pero la humedad o la transpiración pueden salir al exterior.

Sammying:

El agua absorbida se remueve parcial y mecánicamente del cuero.

6.3 Secado

6.3.1 Acabado/Terminado

En la máquina de disponer los cueros, los lados se aplanan y se estiran hacia afuera a través de un cilindro con láminas embotadas. Este paso hace que la superficie del cuero se vuelva más suave.

6.3.2 Secado al Vacío

Durante el secado al vacío, los lados se disponen con el lado del grano abajo en una placa a una temperatura de 40 °C. Se le saca la humedad al cuero bajo un sistema al vacío, y poco a poco el cuero comienza a secarse y en este paso, se fijan las fibras.

6.3.3 Secado en el Tendedero

El último secado es llevado a cabo en el tendedero, por lo tanto cualquier humedad restante en los cueros se evapora. Las reacciones químicas en la piel tienen el tiempo suficiente para llevarse a cabo, y la humedad dentro de la piel tiene tiempo para desparramarse o separarse de manera uniforme.

Una vez que se quita la humedad, los productos químicos que se agregaron anteriormente se relacionan mejor con la piel de las fibras. Esto aumenta la solidez y le proporciona al cuero una mejor textura que se traduce en comodidad. La estructura natural de la piel necesita tiempo para ajustarse a los diferentes procesos que se llevan a cabo.

6.3.4 Humedecer

Después de que los cueros se secan, deben humedecerse una vez más, dado que se necesita agua para lo que se denomina una "lubricación de la fibra" para continuar con el siguiente paso. Debido a que los cueros han recibido características impermeables, humedecer el cuero no resulta fácil. Los cueros necesitan transpirar debajo de una envoltura (tapados para poder transpirar); esto permite que el vapor de agua se difunda a través de los huecos del cuero.

6.4 Pre-Acabado

6.4.1 Demarcación de Cuero (Staking)

Después de secar el cuero, la piel de las fibras se unen la una con la otra y los cueros se endurecen un poco. Durante la demarcación de los cueros se ablandan con el uso de pernos de metal pesados que vibran. De tornan más suaves y exhiben una mejor superficie.

Todas las diferentes partes de la piel reciben un tratamiento preciso durante el proceso de demarcación. Debido a las diferentes estructuras de las fibras, las regiones del torso y los hombros necesitan menos demarcación comparado a la espina dorsal. Con ayuda de maquinaria de avanzada, se hace todo lo posible por hacer que cada lado más blando o más consistente que de manera uniforme en su lugar. La suavidad del cuero es definida durante la demarcación.

6.4.2 Planchado (Dynasec)

Los cueros son tratados con calor y presión en la máquina Dynasec para garantizar que su superficie sea lisa. Durante este paso, la superficie del cuero se plancha a una temperatura de 90 °C y cuidadosamente se la estira. Este paso otorga al cuero una sensación y un aspecto más liso. Cuanto más liso es la pieza de cuero, más fácil resulta el paso de acabado.

6.4.3 Secado

Los cueros lisos y estirados se estiran en un marco de metal para darle una apariencia más lisa y largos; luego se secan en una posición estirada.

6.4.4 Podar/Recortar

Flecos y otras partes indeseadas de la piel se remueven en el paso de ajuste. En este estado, el cuero es denominado “cuero de la corteza”. Se denomina cuero de la corteza al cuero que se lo ha bronceado y secado; Técnicamente, “corteza” es el producto terminado. Todos los demás pasos en el trabajo del acabado o finalización, sólo cambia la superficie y las características visuales del cuero.

6.5 ACABADO

6.5.1 Semejanzas entre el Acabado Textil y el Acabado del Cuero

Muchos de los procesos y productos químicos utilizados en ambas industrias comparten una perspectiva química generalizada. No hay mucha diferencia entre una resina de melanina y un fluoruro químico utilizado en la industria textil versus la industria del cuero. No existe mucha diferencia entre la utilización de un poliuretano en DMF para cubrir una tela de poliéster para una chaqueta deportiva y para la confección de un zapato de cuero artificial. Por lo tanto, no se pone mucho énfasis en los posibles productos químicos residuales en las secciones de cuero natural y artificial; el lector, en cambio, debería buscar los términos químicos o los procesos de interés y referirse a los capítulos relacionados con la sección del textil.

6.5.2 Químicos para el Acabado

No existe una producción fija en el acabado. La superficie del cuero se trata con diferentes productos o procedimientos mecánicos de acuerdo con el tipo de cuero y los requerimientos del cliente. Los componentes básicos del acabado del cuero son agentes colorantes, (pigmentos y colorantes), auxiliares y lacas.

Aglutinantes. Las emulsiones de resina son las más comúnmente utilizadas en las curtidurías. Estas incluyen acrílicos, butadinas, poliuretanos, y acetatos vinílicos. Las resinas son emulsiones a base de agua.

Agentes del Colorante. Los agentes del colorante incluyen tintes y pigmentos., Los tintes pueden utilizarse en formulaciones del acabado para aplicaciones particulares. Los tintes utilizados se proveen en forma líquida, y son generalmente tintes pre-metalizados. Varios solventes orgánicos y/o, sustancias tensoactivas del agua pueden agregarse para dispersar los pigmentos. Las preparaciones de los tintes pueden además contener ceras, musílagos de la planta, productos de la celulosa o polímeros como aceites protectores de los coloides, aceites naturales o sintéticos que hacen las veces de agentes suavizantes. Para lograr características especiales, deben agregarse otros agentes tales como: endurecimiento de textura y agentes penetrantes; agentes antiadherentes, espesantes y estabilizadores; agentes plastificantes (ftalatos); y opacantes y agentes de fijación.

Agentes de Entrecruzamiento. Los agentes de entrecruzamiento se utilizan para ensamblar varios polímeros en la formulación final o de acabado, y reduce la solubilidad del agua de los componentes. Se pueden utilizar los siguientes agentes de entrecruzamiento:

- Los **poliisocianatos** se utilizan para la terminación de los poliuretanos
- Los **carbodiimidas** se utilizan como base del poliuretano
- Las **arizidinas** son altamente tóxicas y por esta razón han sido reemplazadas por las **poliarizidinas**, las cuales son menos tóxicas y pueden utilizarse para la base y la capas superiores del acabado
- Los **epóxidos** sólo pueden utilizarse para las capas superiores
- El **formaldehido** para la caseína y el acabado de la proteína
- **Etilenimina** basado en agentes de reticulación para acabados finos. **Etilenimina** es tóxico y cancerígeno
- **Óxidos de metal** para acabados butadieno para fracturas

Lacas. Las lacas y las emulsiones forman la parte superior o fijan la capa superior del acabado y están hechas de la disolución de la nitrocelulosa en los solventes (e. g. acetato etil, metoxipropanol, **isobutil cetona metílico**).

Estas soluciones se pueden emulsionar con agua y surfactante para conseguir emulsiones de laca. También se utilizan las lacas de poliuretano.

Portadores. Los portadores se utilizan para producir suspensiones/dispersiones de aglutinantes utilizados en las formulaciones del acabado. El agua y los solventes orgánicos son considerados portadores. Los solventes orgánicos son utilizados se dividen en dos categorías: (1) solventes los cuales de hecho disuelven los aglutinantes (e. g. etil acetato) y (2) diluyentes los cuales permiten a la solución ya hecha ser diluídos a la viscosidad o concentración deseada (e. g. metoxipropanol, alcohol isopropilo, etc.).

Biocidas. Las biocidas pueden aplicarse en varios procesos de la curaduría para proteger el sustrato contra el ataque bacterial o fungicida. Generalmente, los biocidas se incluyen en la mayoría de las formulaciones químicas líquidas tales como los tintes, los licores pesados y la caseína para el acabado. Además, el cuero crudo y las pieles pueden contener biocidas aplicados al animal para protegerlo contra enfermedades durante su vida. Claramente, todos los biocidas son potencialmente tóxicos puesto que se diseñan para matar ciertas formas de vida.

Las biocidas son un subgrupo de pesticidas, y están divididos en dos principales categorías: bactericidas y fungicidas. Las bactericidas son utilizadas principalmente en el comienzo del proceso de fabricación del cuero, cuando las el cuero crudo y las pieles están más vulnerables a la degradación bacterial –e. g., al momento de curar y empapar. Los fungicidas se utilizan desde la etapa de decapado hasta el secado debido a que las condiciones del pH en estos procesos son ideales para el crecimiento del moho.

6.5.3 Tecnologías de Acabado o Finalización

6.5.3.1 Pulido

Para facilitar su posterior procesamiento a los usuarios intermedios (intermediarios), el cuero se lija en la parte posterior. Se remueven las fibras indeseadas de la piel, las cuales cuando se pegan pueden afectar la calidad del producto final. El pulido en el lado delantera produce el “nubuck”. Debido a su superficie áspera el ‘nubuck’ es especialmente rústico, su uso es incómodo. Las rajaduras en el nubuck son menos visibles a la vista el cuero llano o liso, debido a que está bien adaptado al uso externo,

6.5.3.2 Separación a seco (Dry-Splitting)

En función de nivelar las variaciones que se han suscitado durante el proceso de producción, los cueros se secan en forma separada en la corteza. Este paso permite una exactitud de 0.1 milímetros en el grosor del cuero.

6.5.3.3 Máquina de molturar o triturar cuero (Milling)

En el tambor de secar, los cueros son secados (sin agua), y de tal modo que resultan muy suaves. El cuero que resulta de este proceso deviene en un producto especialmente suave, muy confortable y aterciopelado y con una estructura muy natural en su superficie. Probablem texturización ente se trata del tan bien conocido tipo de cuero denominado “nappa”.

6.5.3.4 Máquina de Aerosol

Diferentes productos tales como agentes astringentes, colorantes, lacas, o modificantes del tacto se rocían en la superficie del cuero. Por ejemplo, se realizan las correcciones pequeñas de color y los últimos ajustes al tono final.

6.5.3.5 Rodillo Aplicador

Comparado al la máquina de aerosol, el rodillo aplicador está preparado para utilizarse en cantidades más grandes en la superficie del cuero cuando se trata del acabado de productos. Con un cilindro calentado, el rodillo se puede utilizar para la aplicación de ceras, grasas y aceites.

6.5.3.6 Estampado

La superficie natural del cuero es lisa y tiene pequeños poros. Algunas veces se pretende un diseño especial o un patrón del grano en la superficie del cuero. El estampado sólo produce una sensación visual diferente en la superficie ---técnicamente, la piel permanece sin cambios.

6.5.3.7 Planchado

El planchado aumenta la suavidad y el lustre de los cueros; también influencia en el tacto. Los cueros más elegantes son usualmente planchados; los cueros deportivos en cambio, normalmente, no lo necesitan.

6.5.3.8 Medición

El cuero se vende por metro cuadrado. Cada lado del cuero se mide electrónicamente al final del proceso de la producción. La medida se estampa en el revés de cada lado.

7. CUERO ARTIFICIAL

El proceso para producir cuero artificial es similar al llevado a cabo con el cuero natural, es decir, a través de un procesamiento químico del material poroso, material sintético de la hoja del tipo conocido que incluye o abarca una matriz porosa del poliuretano que contiene poliéster o, fibras del polietileno y es presionada por una película de resina modelada que imita al cuero verdadero.

7.1 Materias Primas

Los polímeros del poliuretano se forman por la reacción de por lo menos dos grupos de **isocianatos** funcionales con por lo menos dos grupos de alcohol en presencia de un catalizador (aminas terciarias, tales como el dimetilciclohexilamina, y sales organometálicas **dibutyltellaño dilaurato**). El primer componente esencial de un polímero del poliuretano es el **isocianato**. Las moléculas que contienen dos grupos de **isocianatos** se denominan **disocianatos**. Estos también se denominan como monómeros o, unidades de monómeros, ya que ellos mismos son utilizados para producir **isocianatos** poliméricos que contienen tres o más grupos funcionales de **isocianatos**. Los **isocianatos** pueden ser clasificados como aromáticos, tales como el **diisocianato del difenilmetano (MDI)** o el **diisocianato del tolueno (TDI)**; o, **alifático**, por ejemplo, el **diisocianato del hexametileno (HDI)** o, el **diisocianato de isoforona (IPDI)**.

El segundo componente esencial de los polímeros del poliuretano es el poliol. Las moléculas que contienen dos grupos de oxidrilo se denominan los dioles, mientras los que tienen tres grupos del oxidrilo se denominan, trioles, etc. En la práctica, los polioles se distinguen de los extensiones de la cadena corta o, del poco peso molecular de la cadena del glicol y agentes de reticulación tales como el **glicol de etileno (EG)**, butanediol (BDO), **glicol de dietileno (DEG)**, glicerina, y propano trimetiol (TMP). Los polioles y polímeros están formados por la unión de radicales libres del **óxido de propileno (PO)**, del **óxido del etileno (EO)** en un oxidrilo o iniciador que contiene aminas, o por la poliesterificación de un di-ácido (tal como el ácido adípico) con glicoles tales como el **glicol de etileno** o, el **glicol dipropileno (DPG)**. Los polioles extendidos con PO o EO son polioles del poliéster. Los polioles formados por poliesterificación son polioles de poliéster.

7.2 Fabricación de la Resina del Poliuretano

La resina del poliuretano reforzada se elabora a través de un proceso que consta de una inyección de resina a alta temperatura y presión. Las resinas del poliuretano contienen dos sistemas de componentes que consisten en una mezcla de polioles y un **poliisocianato**, típicamente basado en un **(MDI)** polimérico modificado (**diisocianato del difenilmetano**). Por lo tanto, se requiere una unidad de medición para distribuir la resina mezclada en una caja de la inyección. La unidad de medición incluye cilindros o bombas de medición, tanques de resina, mangueras de transferencia, elementos que se mezclan y solventes.

El proceso conlleva una doble acción, se utiliza una bomba de aire comprimido para medir el **isocianato** y el polioliol de los tanques donde se combina la mezcla de resina. La mezcla de los componentes químicos se hace de manera cuidadosa en tubos de mezcla estáticos. La resina (sin reaccionar) del poliuretano fluye dentro de una caja de inyección donde el refuerzo compuesto se moja y luego posteriormente arrojado al molde de pultrusión. Se incluyen una variedad de aditivos (típicamente en el componente del polioliol) tal que los cocientes componentes de la mezcla se ajustan para mantener el balance químico.

El cabezal de mezclas, los tubos de mezcla, y la caja de inyección se deben limpiar con un chorro de agua en el final de la pultrusión en virtud de prevenir la resina. El chorro de solvente es típicamente introducido en el cabezal de mezcla a través de una válvula de bola de tres vías. La resina se purga inicialmente fuera de los tubos del cabezal de mezcla con el aire, luego se limpia con un chorro de solvente. Típicamente, una olla de presión funciona bien como un contenedor de solvente.

7.3 Procesamiento del Material Sintético

El cuero artificial es producido generalmente cubriendo con resina la superficie del material que consiste de dos componentes, i. e., tela no tejida hecha de fibras y fibras ultra finas de resina del poliuretano según sus aplicaciones o de teñido directo en la superficie. Se utiliza el PVC en vez del PU.

Las fibras del poliéster, poliuretano y poliamida se encajan con la intención de conseguir el material de la hoja que tiene un grosor de 0.3 a 2 milímetros. Típicamente, antes de que el tratamiento de impregnación del poliuretano se realice en la hoja compuesta, las capas de las telas no tejidas, tejidas o, hechas a punto, se sujetan con grapa.

La solución para impregnar está compuesta por detergente, pigmentos, partículas funcionales y similares a una solución de **DMF**, del **acetato etilo** o, **tolueno** del poliuretano del elastómero y de lo que resulta de su disolución. La composición de la hoja se sumerge en la solución de manera que quede impregnada, se coagula en una solución acuosa, y, en orden de remover totalmente el polímero soluble, se lava en agua caliente a una temperatura de entre 50 a 80°C. Luego se seca. El contenido del poliuretano después de que se seca es preferentemente del 20 al 50 % en peso del compuesto de la hoja.

Continuamente, las fibras se convierten en un paquete de fibras finas que constituyen la capa no tejida de la tela y la capa tejida o, hecha punto con una solución acuosa del hidróxido de sodio o solvente, que es capaz de disolver el componente de la "sea-island". El componente de la "sea-island" existe en ambas fibras de las capas de la tela no tejida y en las fibras tejidas o, hechas a punto. Si los tipos de los componentes de la "sea-island" son diferentes, el tratamiento de afinar la fibra tiene que llevarse a cabo en cada uno de ellos, lo que complica el tratamiento.

Si el componente de la "sea-island" es un poliéster copolimerizado, se descompone a través de un método continuo o discontinuo con 5 a 15 % solución acuosa de hidróxido de sodio. Si el componente de la "sea-island" es polietileno o poliestireno, se remueve a través de un tratamiento con **tolueno**, **percloroetileno** o, **tricloroetileno**. Por último, el poliéster copolimerizado del componente de la "sea-island" debería ser completamente descompuesto y ser removido totalmente si se lo trata con una solución acuosa del 10 % del hidróxido de sodio a una temperatura de 100°C por espacio de 5 a 10 minutos.

En este tiempo, el compuesto de la hoja para el cuero artificial es finalmente tratado de acuerdo con el uso previsto. Generalmente, la hoja compuesta se hace de un cuero artificial del tipo del ante a través de un tratamiento de teñido, o, en un cuero artificial formando una capa en la superficie. La fibra usada consiste en nylon-6, y es típicamente teñida con un colorante de metal complejo o, con un tinte ácido del metal. El poliéster es teñido con tintes dispersos en una máquina de alta presión rápida de teñido. El producto teñido, se lleva a cabo con un agente funcional que ablanda y dando por resultado un compuesto, denominado ante como el cuero artificial, superior en estabilidad y suavidad. Los pasos siguientes son similares a la curaduría del cuero natural.

7.4 Tratamientos de bronceado en equipo de rotación

El material de la hoja se trata más a fondo con una solución acuosa que contiene por lo menos una sal de metal (que se los selecciona dentro del grupo de los sulfatos de calcio, cromo, hierro, aluminio,

magnesio y titanio y los cloruros del cromo, hierro, aluminio, magnesio, y titanio) hasta que se satura.

Luego, la hoja se trata con un aldehído (que se los selecciona dentro del grupo de los *aldehídos glutaraldehído, aldehído pirúvico, aldehído crotonico y 2-etil butiraldehído*).

Posteriormente, se aumenta el pH de la solución a un máximo de 7.5 agregando una base fuerte hasta que el hidróxido correspondiente se precipita directamente dentro de los poros del material de la hoja.

Este material sintético de la hoja se engrasa en una emulsión del 20 % al 40 % en virtud de su peso de un material graso (seleccionado dentro del grupo de los aceites minerales, aceites de esperma sulfatado y ésteres ácidos grasos de a partir de 17 a 22 átomos de carbón). Después la hoja se puede teñir con un agente colorante del metal complejo para el poliuretano. Luego se lava y se trata con solución acuosa de 24 % a 60 % por peso de una sustancia retardadora (seleccionada del grupo de los fosfatos de amonio, guanidina o, una mezcla de esto el cual penetra la sección entera de la hoja.

Posteriormente, el material es ablandado agregando una solución suavizante que consiste en agua y de entre 8 % a 20 % por peso de una sustancia de la cadena lineal del hidrocarbano de cerca de 12 a 18 átomos de carbón junto con un radical seleccionado del grupo de los $-\text{SO}_3\text{X}$, y en donde X es un metal alcalino, y $-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_Y$ y OH, en donde Y es un número entero entre 1 y 18.

El material sintético de la hoja finalmente se seca en aire caliente y se enrolla.

8. Pegamentos

Un adhesivo es una sustancia que se pega a la superficie de un objeto tal que dos superficies quedan enlazadas, como en una vinculación de las plantas del pie a los zapatos (principalmente basados en poliuretanos). Los adhesivos o pegamentos se atan juntas a todas las clases de intermediarios y partes de las industrias textiles y del cuero para acumular productos más complejos para el mercado. Los adhesivos no sólo contribuyen significativamente al peso total de un artículo complejo, sino que contribuyen a las emisiones de aire y a los problemas en el lugar de trabajo en una fábrica y a otras sustancias químicas residuales de estos artículos.

Los pegamentos curan cuando las moléculas pequeñas de resina (mers = estructura básica del polímero) ensamblan juntas con las moléculas extremadamente grandes conocidas como polímeros. Los pegamentos o adhesivos se clasifican como adhesivos naturales o, sintéticos y por su funcionamiento, tales como:

- Pegamentos secos
- Pegamentos de contacto
- Pegamentos calientes (pegamentos termoplásticos)
- Pegamentos reactivos
- UV y pegamentos luz
- Pegamentos sensitivos de presión

Alternativamente, los adhesivos pueden también clasificarse por su química, tales como:

- Pegamentos basados en caucho del butadieno
- Pegamentos poliolefina
- Almidón y pegamentos a base de dextrina
- Pegamentos cianoacrilatos
- Pegamentos de emulsión acrílica
- Pegamentos acetato polivinilo
- Pegamentos neopreno
- Pegamentos de poliuretano
- Pegamentos a base de proteínas
- Pegamentos de cloruro de polivinilo
- Pegamentos de silicato
- Pegamentos de poliamida
- Pegamentos de nitrilo

- Pegamentos de poliéster
- Pegamentos a base de betún
- Otros pegamentos elastoméricos
- Pegamentos fenólicos
- Pegamentos acrílicos
- Pegamentos PSA acrílicos
- Pegamentos de urea **formaldehído**
- Pegamentos de acetato de polivinilo
- Pegamentos a base de caucho termoplásticos
- Pegamentos a base de caucho natural
- Pegamentos de **epoxy**
- Pegamentos a base de caucho de recuperación
- Pegamentos de caucho de silicona
- Pegamentos de polivinil alcohol
- Pegamentos de butil caucho y adhesivos PIB
- Pegamentos **etileno ácido acrílico (EAA)**
- Pegamentos diversos
- Otros pegamentos de resinas sintéticas y selladores

Muchas de las sustancias químicas utilizadas para hacer adhesivos o pegamentos deben ser preocupantes debido a su potencial nocivo en el medio ambiente, la seguridad en el trabajo y los impactos en la seguridad del consumidor. Los más importantes en este rubro son los monómeros y los solventes. Con respecto al artículo que se refiere al tema de los pegamentos, los monómeros asociados a los pegamentos tienen un impacto irrelevante. Sin embargo, los solventes pueden desempeñar un papel significativo como residuales. Muchos sistemas adhesivos utilizan solventes para mantener los componentes adhesivos en un estado líquido y utilizan solventes volátiles para fortalecer el proceso de cura. Los siguientes solventes que se detallan a continuación están en relación con la frecuencia de su utilización en los sistemas de pegamentos:

- **Tolueno** (incluye **benceno** como impureza)
- Acetona
- Acetato
- **Benceno**
- Butanona
- Acetato metílico
- **Diclorometano**
- **Ciclohexano**
- Etanol
- **Metanol**
- 4-metil-2-uno
- **1,1,1-tricloroetano**
- Tetrahidrofurano
- Xileno
- **N, N-dimetilformamida (DMF)**
- Heptano
- Acetato butílico
- Isopropanol

Para la producción de zapatos, el principal tipo de pegamento es el poliuretano, así que la eliminación de **diisocianato difenil del metileno (MDI)**, el **diisocianato de tolueno (TDI)**, el **diisocianato de hexametileno (HDI)** y el **diisocianato de isoforona (IPDI)** deben tomarse en cuenta. De estas sustancias, componentes como las **aminas alifáticas**, los estabilizadores, los catalíticos, pueden ser liberados o transferidos al producto final.

Índice

1

1,1-Dimetilamina, 136
1,2 etanodiamina, 135
1,4-Dioxano, 139

2

2- naftilamina, 44
2,3-dihidro 5,6-dimetil-1,4-1,4,4-tetraóxido, 146
2,3-epoxi-1-propanol, 136
2,4 Disocianato de Tolueno, 136
2,4,5- trimetilnilina, 45
2,4-diaminoanisol, 44
2,4-toluendiamina (TDA), 44
2,6 Disocianato de Tolueno, 136
2-amino-4-nitrotolueno, 45
2-etil butiraldehído, 161

3

3,3` - diclorobencidina, 45
3,3` - dimetoxibencidina, 45
3,3` - dimetilbencidina, 45
3,3`-dimetil-4,4` - diaminodifenilmetano, 44

4

4,4` - diaminodifenilmetano, 44
4,4` - oxidianilina, 44
4,4` - tiodianilina, 44
4,4`-metileno-bis-(2-cloroanilina), 44

A

Abrillantadores Ópticos, 40
acaricidas, 18
aceite blanco, 28
Aceite del Éster, 142
Aceite Mineral, 142
Aceites de Conicidad, 31
aceites de peinado, 18
Aceleradores de teñido, 50
acetato, 19, 24, 46, 50, 59, 66, 69, 80, 109, 112, 137, 154, 157, 160, 161, 162
Acetato butílico, 162
Acetato de polivinilo, 58
Acetato de vinilo, 51, 54, 137, 139
acetona, 24, 162
Ácido 2,4- diclorofenoxiacético, 146
ácido acético, 13, 24, 37, 39, 41, 49, 66, 68, 71, 109, 111, 112, 113, 135
ácido adípico, 21, 159
Ácido cacodílico, 146
Ácido carbónico, 50
Ácido fórmico, 136, 139
ácido hidrocórico, 91
Ácido Hidrocórico (HCl), 133

AFIRM Documento/Manual de Química

Ácido monoclórico acético, 137

Ácido oxálico, 137

ácido policarbónico, 39

ácido silícico, 71

ácido sulfúrico, 18, 24, 87, 112

Acrilamida, 15, 51, 54, 138

Acrilato, 139

acrilato de metilo, 59

acrilonitrilo, 22, 51, 59, 109, 112

Acroleína, 135, 142

adhesivos, 142, 161, 162

Agentes abrasivos, 2

Agentes antideslizantes, 4

agentes complejos, 34, 95, 155

agentes de apresto, 19, 20, 61, 150

agentes de blanqueo, 38, 98

Agentes de Conservación del Transporte, 6, 147

Agentes de cuidado fácil, 70, 71, 131

agentes de fijación, 110, 125, 126, 155, 157

agentes de reticulación, 67, 68, 69, 70, 133, 157, 159

Agentes espumantes, 57

agentes humectantes, 33, 90, 154

agregados, 26, 31, 96, 129, 153

ajuste de calor, 25, 83, 84

aldehído, 135, 136, 161

aldehído crotónico, 161

aldehído pirúvico, 161

algodón, 4, 11, 14, 18, 19, 31, 34, 43, 44, 47, 75, 76, 77, 80, 82, 88, 89, 90, 92, 94, 98, 99, 100, 102, 108, 116, 118, 119, 123, 130, 131, 132, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Algodón y Lino, 88

almidones, 19, 90, 91, 133

Alquifenol Etoxilatos, 94

alquifosfónicos, 15

aluminio, 132, 152, 160

Aminas alifáticas, 135

aminas cancerígenas, 44

Amino etanol, 135

Aminoácidos grasos Etoxilados, 50

Amitraz, 144

amoníaco, 51, 57

aniónico, 101, 109

antiadherentes, 157

antiespumantes, 48, 52, 154

antiestáticos, 2, 28, 29, 30, 62, 63, 132, 136

antipolillas, 131, 134

antraquinona, 40

aparejos, 121, 122

APEO, 34, 35, 49, 86

Apertura, 75, 76

Apresto, 19, 150

arsénico, 138, 145, 147, 148

autoclave, 99, 117

B

benceno, 49, 51, 57, 140, 142, 162

Betaína, 71

betún, 162

bifenilo, 44

Biocidas, 4, 6, 61, 133, 137, 150, 157

bióxido de carbono, 151

Bis-alkilación, 67
bisulfito de sodio, 133
Blanqueadores Ópticos, 102
Blanqueo, 2, 99, 101
blanqueo con peróxido, 92, 99
bobinado, 80
borato, 99
BPP, 57
Bromuro de metilo, 145
butadieno, 51, 58, 59, 157, 161
butanodiol (BDO), 23
butanol, 29, 63, 142
Butanona, 138, 162
Butino- 1,4-diol-2, 135

C

cadmio, 22, 61, 113, 148
caprolactama, 21, 56, 140
carbamatos, 145, 149, 150
carbendazim, 145
carbodiimidias, 157
Carbonización, 87, 88
Carboximetil celulosa, 20
carboxina, 145
cardado, 73, 114
caucho de recuperación, 162
caucho de silicona, 162
caucho natural, 162
caucho termoplásticos, 162
celulosa, 18, 19, 24, 40, 41, 43, 45, 89, 90, 91, 92, 98, 99, 101, 122, 131, 132, 157
ceras, 94, 157, 158
Chamuscado, 88, 129, 142
ciclohexano, 148
Cipermetrina, 144
circonio, 68
Clorato de sodio, 146
clorito de sodio, 98, 99, 101
Cloro etanol, 136
Cloro parafinas, 64
Clorocresol, 61
clorometano, 63
clorotriazina, 45, 110
cloruro, 24, 34, 38, 49, 51, 52, 55, 56, 59, 86, 101, 146, 161
cloruro de bencilo, 49
cloruro de metileno, 24, 87
Cloruro de polivinilideno, 136
cloruro de vinilo, 51, 52, 56, 59
COD, 18, 19, 38, 85, 86, 88, 89, 90, 93, 95, 100, 103, 107, 127, 128, 129, 130, 134
comonómeros, 112
Complejo metálico, 47
compuestos de amonio cuaternario, 62
compuestos **organoclorados**, 148
Contracción, 133
Control de Insectos, 6, 144
Copolímeros, 58
cromato de potasio, 42
romo III, 42, 43, 148
romo VI, 42, 43
cromóforo, 44
Cuaderno de Datos de Seguridad, 16

AFIRM Documento/Manual de Química
cuero artificial, 156, 159, 160
cuero de la corteza, 156
cuero natural, 9, 156, 159, 160
Cupro, 24
curacron, 144
curtido, 151, 152

D

D4-siloxano, 69, 71
DBO, 47
DBP, 57
DDT, 144, 147
de etilo, 59, 66, 139
de Lana, 85
Defoliantes, 6, 146, 147
defomación, 89, 150
DEHP, 57
Descargas de Agua del Lavado de Sintéticos, 103
Descargas de aguas procedentes del blanqueo químico de lana y del pre-tratado de fibras sintéticas, 100
desencolado, 32, 79, 88, 89, 90, 91, 92
Desencolado Ácido, 91
desencolado enzimático, 32
desencolados oxidativo, 32
desgomado, 95, 96, 97
diacetato, 24
diazó, 44, 111
Dibromoetano, 145
diclorometano, 37
Dicloropropano, 145
dicromato, 38, 42, 125
dicromato de sodio, 42
dietilentriamina, 71
difelmetanodiisocianato (MDI), 23
difenilmetano, 159
Difenilmetano-2, 136
Difenilmetano-4,4 disocianato, 136
Diflubenzurón, 144
Diglicidiléter, 136
diisocianato de isoforona (IPDI)., 159
diisocianato del hexametileno (HDI), 159
dilaurato, 23, 159
Dilaurato de dibutilesteño, 23
dímeros cíclicos, 21
Dimetilol dihidroxi etileno urea resina, 15
dimetilpolisiloxano, 69
Dimetipina, 146
DINP, 57
Dióxido de azufre, 51
dióxido de cloro, 39
Dioxinas (Br, Cl, F), 138
dipropilenglicol (DPG)., 23
Dipropilentiamina, 136
diseño, 25, 124, 125, 158
dispersantes, 13, 40, 48, 57
Dispersiones de polímero, 50
disruptores endocrinos, 67
disulfuro de carbón, 24
ditionito de sodio, 109, 110, 125
Diurón, 146
D-limoneno, 139

AFIRM Documento/Manual de Química
dodecyl-falatos, 56
Dorlastan ®, 52
DQO, 38, 47
DQO (Demanda Química de Oxígeno), 47

E

EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), 39
Elasthane™, 52
emulsionantes, 13, 49, 50, 53, 66, 67, 84
Encerado, 79
Endolsufán, 148
endrina, 144
Engrase, 74
enzimas, 32, 89, 90, 91, 151
epiclorhidrina, 63
Esfenvalerato, 144
espesantes, 50, 52, 53, 61, 123, 126, 150, 157
Estabilizadores, 2, 21, 39, 99
Estampado, 47, 50, 52, 158
estearato, 22, 34
éster, 19, 20, 61, 63, 135, 137, 138
ésteres, 13, 19, 24, 29, 33, 49, 50, 51, 57, 62, 63, 84, 93, 108, 146, 147, 154, 161
Ésteres de fosfato, 50
ésteres de los ácidos grasos, 29
Esteres del ácido ftálico, 49
estilbena, 40, 102
estireno, 50
Etanodiol, 15
éter bisclorometil, 60
éter de pentabromodifenilo, 65
éteres de poliglicol, 29
Etil paratión, 144
etilendiamina, 71
etilenglicol, 66
Etilenimina, 157
Etoxietanol, 136
Etoxilatos de alcoholes grasos, 34, 49
extensores, 67

F

fenoles clorados, 20
fiebre fluoropolímero, 56
fijación (para los tintes), 125
Fluometuron, 146
fluorpirimidinas, 110
fluorpirimidinas., 110
Formaldehído, 15, 51, 53, 54, 60, 64, 70, 71, 131, 139, 142, 148
Formulaciones de Parafina – Sal de Metal, 68
fosfato de tributilo, 62
fosfonatos, 34, 39, 64, 99
fósforo, 48, 64, 65, 153
foulard-secado, 72

G

galactomanano, 19
Gas de cloro, 133
Glicerina, 53
glicol de dietileno (DEG), 159

AFIRM Documento/Manual de Química
glicol de etileno (EG), 159
glioxal, 136
glutardialdehído, 153
Grasa de lana, 17
guanidina, 161

H

Heptano, 162
Hexabromociclododecano, 65
Hexaclorociclohexano (HCH), 149
hexahidropirimidina, 134
Hexametilendiamina, 137
hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs), 28
Hidrocarburos aromáticos clorados, 136
Hilado de Algodón, 75
hilado de anillo, 74, 75
Hilado de Lana, 4
Hilados sintéticos, 4
hilatura de estambre, 73
hipoclorito, 38, 91, 98, 99, 100, 101, 133
Hipoclorito de Sodio, 100

I

imidazolio, 29
Impresión "Plastisol", 51
Impresión de la Descarga, 123
Impresión de Pantalla Plana, 124
Impresión de Resistencia, 123
Impresión de Transferencia, 123, 124
impresión del pigmento, 52, 126, 130
Impresión Directa, 123, 125
Inhibidores de corrosión, 28
insecticidas, 18, 144, 146
isocianatos, 23, 67, 68, 159
Itinerante, 75

L

la tintura, 40, 41, 45, 46, 108, 109, 110, 121
lavado de lana, 103
Lavado de Telas, 5
liberación de la suciedad, 67
limpieza, 10, 34, 37, 61, 78, 86, 87, 103, 104, 106, 128, 129, 130, 133, 134, 136, 141
Limpieza con Solvente de la Lana Cruda, 86
Lindano, 148, 149
Lino, 1, 4, 41
lipasa, 90

M

madeja de teñido, 108
máquina Dynasec, 156
máquinas de circuito abierto, 104
Máquinas de Circuito Cerrado, 105
máquinas jet, 120
materiales en crudo, 9
mercerizador, 92
metacrilamida (MAA), 98
Metamida, 136

AFIRM Documento/Manual de Química

metanol, 60, 64, 126

Metil arsonatos, 146

Metil de Isotiocianato, 145

metil etil cetona, 66

Metil paratión, 144

metil-isobutil-cetona, 66

metilpirrolidona, 57

Mezclas de Lana y Poliamida, 109

Monocrotfos, 144

monómeros, 21, 22, 23, 34, 50, 51, 59, 98, 111, 140, 142, 153, 159, 162

Monómeros de Vinilo, 97

Mordiente, 2, 41, 42

N

N, N' bis 2 aminoetil, 135

N, N-dimetilformamida (DMF), 162

N,N- dimetilacetamida (DMAc),, 22

N,N- Dimetilcetamida, 136

Naftaleno sulfónico ácido, 50

Naftol, 2, 44, 111

nematodos, 143, 145

níquel, 45, 48

Nitro, 46

nitrobenzeno sulfónico, 53

N-vinilpirrolidona, 139

nylon-6, 160

O

o-aminoazotoluene, 45

Okotex, 148, 149

oleóforas, 67

oligómeros, 21, 22, 31, 52

orgánicos perfluorados, 153

organofosforados, 144, 149

ortofenilfenol, 20

óxido de etileno (EO), 23, 29

óxido de propileno (PO),, 159

óxidos metálicos, 153

P

panogen, 145

Pantalla Plana, 123

Paraquat, 146

pastas de revestimiento, 57, 60, 61

p-cloroanilina, 44

Pectina, 18

Pendimetalin, 146

pentaclorofenol (PCP),, 147

percloroetileno, 37, 86, 104, 106, 160

pérdidas materiales, 76

perfluoroisobutileno, 56

permetrina, 134

peróxido de hidrógeno, 38, 39, 91, 95, 98, 99, 101, 151

persulfato de sodio, 91

persulfatos, 32, 91

PES, 20, 41, 107, 114, 129

Peso de la Seda, 97, 98

pesticidas, 18, 94, 143, 144, 147, 148, 149, 150, 157

AFIRM Documento/Manual de Química

piretroides, 144, 146, 147, 149, 150

planchado, 131, 158

poli (met) acrilato, 58

poliacrilatos, 13, 30, 51, 52, 57

Poliacrilonitrilo, 1, 22, 58, 83, 114, 126

poliamida, 21, 22, 38, 41, 43, 45, 55, 80, 82, 88, 109, 112, 117, 131, 136, 142, 160, 161

poliamida 6,6, 55

poliamida 6.6, 136

poliéster, 19, 21, 23, 44, 46, 49, 55, 80, 88, 110, 111, 114, 116, 121, 123, 124, 131, 156, 159, 160, 162

Poliestireno, 58

polietoxilato, 36

polipropileno, 22, 80

polisacáridos (espesante), 53

Polisiloxano, 15

polvos de recubrimiento, 56, 57

Pre- Tratamiento de la Seda, 95

Preparación de aceites, 13

Preparación del Sistema, 26

proceso sThermool, 46

Productos de policondensación, 137

productos EO/PO, 29

propano trimetiol (TMP), 159

propenoico, 135

Propilenimina, 138

PTFE (politetrafluoroetileno), 56

Pulido, 158

PVA (Polyvinyl Alcohol), 91

Q

Qinalfos, 144

químicos en la limpieza en seco, 106

R

Recubrimiento, 54, 55, 142

reducción de oxidación (redox), 22

reguladores de crecimiento, 144

reguladores pH, 154

Repelentes de Silicón, 69

resina Hercosett, 134

resina melamina, 14

Resinas de fluorocarbono, 137, 138

resinas de fluorocarbonos, 66, 135

Resinas epoxi, 136

Retardantes de llama, 63, 137, 138

Re-teñido, 8

Revestimiento a base de Agua, 56

Rodillo, 123, 124, 158

rodillo aplicador, 158

rodillo de impresión, 124

rotor, 74

RSL, 52

S

Sammying, 153, 155

saponificación, 24

Sarcósidos, 30, 31

seda, 20, 82, 95, 96, 97, 98, 123

sensibilización, 32, 70

AFIRM Documento/Manual de Química
sericina, 20, 95, 96, 97
silicato, 97, 99, 161
silicona, 23
Silicona-Emulsiones, 71
sintanos, 152, 153
Sisal, 41
Sólidos suspendidos, 93
Suavizantes, 4, 57, 71, 131, 135, 136
sulfato de cobre, 24
Sulfato de dimetilo, 138
sulfato de sodio, 24, 110, 111
sulfonato aminobenceno, 53
Sulfonatos arilo alquilo, 154
sulfonatos grasos, 71, 72
sulfuro de hidrógeno, 18, 111, 151
surfactantes, 19, 24, 30, 36, 57, 63, 71, 86, 93, 94, 96, 97, 102, 104, 110, 127, 153, 154
surfactantes catiónicos, 30
surfactantes no iónicos, 93

T

Tejeduría, 79
Tejido de Punto, 80
teñido de fibras flojas, 116
teñido en tina, 127
tensioactivos, 33, 34, 57
tensoactivos, 30, 32
teratogénicos,, 54
tereftalato de polietileno), 1
Tetracloroetileno, 137
tetracloruro, 37, 97
tetracloruro de carbono, 37
Tetrahidrofurano, 162
Textiles No Tejidos, 4
Texturización, 2, 26, 77
Thidiazuron, 146
Tiodicarbamato, 144
Tiourea, 137
tolueno, 23, 49, 60, 159, 160, 162
torsión, 31, 75, 77
Torsión de aceite, 26
Tratamiento con Modificadores, 133
triacetato, 24
Tribufos, 146
tributil, 99
Tricloro acético, ácido, 137
tricloroetileno, 37, 160
Tricloronitrometano, 145
Triclosane, 61
Tricesilfosfato (ooo, oom, oop, omm, omp, opp), 137
Trietilamina, 139
Trifenilmetano, 46
Trifluralin, 149
trióxido, 21, 64, 65, 138, 153
trióxido de antimonio, 21, 64, 65, 138, 153

U

urea, 15, 51, 125, 126, 133, 145, 162

V

Vertido de aguas procedentes Desencolado, 90
vinilsulfona, 45
Viscosa (CV), 1, 24
VOCs, 130, 143

W

WO, 41

Z

zinc, 24, 47, 61