

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fabricación de textiles

Introducción

Las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión¹. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. Los proyectos más complejos podrían requerir el uso de múltiples guías para distintos sectores de la industria. Para una lista completa de guías sobre los distintos sectores de la industria, visitar: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología existente y a costos razonables. En lo que respecta a la

posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas.

La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia.

En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las guías, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Cuando, en vista de las circunstancias específicas de cada proyecto, se considere necesario aplicar medidas o niveles menos exigentes que aquellos proporcionados por estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, será necesario aportar una justificación exhaustiva y detallada de las alternativas propuestas como parte de la evaluación ambiental en un sector concreto. Esta justificación debería demostrar que los niveles de desempeño escogidos garantizan la protección de la salud y el medio ambiente.

Aplicabilidad

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fabricación de textiles contiene información relevante para los proyectos y plantas de fabricación de textiles a partir de fibras naturales, fibras sintéticas (hechas completamente de

¹ Definida como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente, así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

sustancias químicas) y fibras regeneradas (hechas de materiales naturales mediante el procesamiento de dichos materiales para formar una estructura de fibras). Este documento no incluye la síntesis de polímeros y la producción de materias primas. El Anexo A contiene una descripción completa de las actividades de este sector industrial.

Este documento está dividido en las siguientes secciones:

- Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria
- Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño
- Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales
- Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a la fabricación de textiles que tienen lugar durante la fase operacional, así como recomendaciones para su manejo. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de las cuestiones de este tipo que son comunes a la mayoría de los grandes establecimientos industriales durante las etapas de construcción y de desmantelamiento.

1.1 Medio ambiente

Las cuestiones ambientales propias de la fase operativa de la fabricación de textiles incluyen principalmente:

- Gestión de materiales peligrosos
- Aguas residuales
- Emisiones a la atmósfera
- Consumo de energía
- Residuos sólidos y líquidos

Gestión de materiales peligrosos

Selección y uso de sustancias químicas

Las actividades de fabricación de textiles pueden incluir el uso de sustancias químicas durante el pretratamiento, la tintura y otros procesos destinados a obtener el producto final con las propiedades visuales y funcionales deseadas. Las recomendaciones para evitar o, en caso de ser inevitable, minimizar el uso de materiales peligrosos incluyen:

- Sustituir los agentes surfactantes potencialmente peligrosos por compuestos biodegradables / bioeliminables que no generen metabolitos potencialmente tóxicos

- Evitar el uso de agentes surfactantes y complejantes no biodegradables y bioeliminables en los procesos de pretratamiento y tintura (por ejemplo, mediante la selección de compuestos menos peligrosos o modificaciones de proceso que permitan eliminar el hierro y cationes alcalinos)
- Evitar el uso de ignífugos no permanentes y reticulantes con altos niveles de formaldehído
- Sustituir las sustancias químicas tóxicas y persistentes, orgánicas e inorgánicas, de conservación de textiles (por ejemplo compuestos bromurados y clorados, dieldrina, arsénico y mercurio) empleadas en el tratamiento antipolilla, el entramado de fondos para alfombras y otros procesos de acabado por agentes biodegradables
- Evitar o minimizar el uso de agentes antiespumantes con impactos potenciales mediante el reciclado, impidiendo la rotación de los tejidos o seleccionando agentes biodegradables / bioeliminables

Se evitará el uso de las siguientes sustancias químicas:

- Las sustancias químicas prohibidas por la Norma Oeko-Tex 1000²
- Los compuestos pesados de benceno empleados en las concentraciones de emulsión durante el proceso de estampado con pigmentos
- Los dicromatos como agentes oxidantes, a menos que su sustitución no sea factible debido a las características del tejido y a los requisitos de fuerza del colorante
- Los disolventes clorados o fluoroclorados en sistemas abiertos

Aguas residuales

Aguas residuales de procesos industriales

² Las sustancias químicas prohibidas se enumeran en la Sección 6.2.1 de la Norma 1000 de la Asociación Oeko-Tex (Oeko-Tex Association, 2006c).

Los efluentes de aguas residuales específicos de la industria están relacionados con las operaciones en húmedo, que se realizan durante las distintas fases del proceso de fabricación de textiles. Las aguas residuales de proceso en la fabricación de textiles suelen ser alcalinas y con un elevadas DBO (de 700 a 2.000 mg/l) y DQO. Los contaminantes presentes en los efluentes textiles incluyen sólidos en suspensión, aceites minerales (por ejemplo agentes antiespumantes, grasa, lubricantes de hilatura, agentes surfactantes no biodegradables o de reducida biodegradabilidad [etoxilatos de alkilfenol APEO, etoxilatos de nonilfenol] y otros compuestos orgánicos, incluidos fenoles procedentes de los procesos de acabado en húmedo (por ejemplo la tintura) y sustancias orgánicas halogenadas derivadas del uso de disolventes durante el blanqueo. Las corrientes de efluentes derivadas de los procesos de tintura suelen estar calientes y coloreadas y pueden contener concentraciones significativas de metales pesados (por ejemplo cromo, cobre, cinc, plomo o níquel).

Las aguas residuales de proceso resultantes del procesamiento de la fibra natural pueden contener plaguicidas empleados en los procesos de preacabado (por ejemplo el cultivo de algodón y la producción de fibras animales), posibles contaminantes microbiológicos (por ejemplo bacterias, hongos y otros agentes patógenos) y otros contaminantes (por ejemplo colorante para el marcado de ovejas, alquitrán). Esto es particularmente importante en el procesamiento de fibras de origen animal. Las recomendaciones para manejar las corrientes específicas de aguas residuales en la fabricación de textiles se describen a continuación.

Lavado: El lavado de la fibra (especialmente la lana) implica el uso de agua caliente y detergentes para eliminar la tierra, impurezas vegetales, grasa (lanolina) y otros contaminantes presentes en las fibras. Durante el lavado de la lana suele utilizarse agua y álcali, aunque también es posible llevar a cabo el lavado con disolventes orgánicos. El lavado con álcali

descompone los aceites naturales y agentes surfactantes y suspende las impurezas en el baño. El efluente procedente del lavado es muy alcalino y presenta cargas significativas de DBO₅ y DQO. Algunas de las medidas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación consisten en:

- Diseñar sistemas de lavado que extraigan de forma continua los sólidos pesados sedimentables; aumentar la recuperación de la grasa de lana (para la venta); recuperar calor a partir del efluente final de las instalaciones y controlar el uso del agua³
- Utilizar detergentes/agentes surfactantes inmediatamente biodegradables que no generen metabolitos tóxicos. (por ejemplo APEO se sustituirá por etoxilatos de alcohol)
- Optimizar la extracción mecánica del agua antes del proceso de secado
- Adoptar técnicas de lavado con disolventes que emitan reducidas cantidades de compuestos orgánicos volátiles (COV) para extraer los aceites insolubles en agua.

Durante el lavado con agua de la lana, los circuitos de extracción de suciedad / recuperación de grasa resultan en un reducido consumo de agua (2-4 l / kg de lana suarda) y una disminución de la carga orgánica en el efluente.

El control de la temperatura del agua (la temperatura óptima se sitúa en los 65° C) y el control de humedad automático en el secador mediante sensores suele derivar en una reducción de energía.

El lavado de lana con disolventes orgánicos conduce a niveles inferiores de consumo de energía y a la eliminación casi total de plaguicidas en la lana. Sin embargo, pueden generarse emisiones fugitivas y agua contaminada con disolventes que requerirán tratamiento.

³ Un ejemplo de esta aproximación es el Sistema de Lavado Comprensivo (Comprehensive Scouring System) de la Wool Research Organization of New Zealand (WRONZ), que propone una modificación del lavado por emulsión.

Operaciones de acabado: El procesamiento húmedo o los procesos de acabado incluyen procesos esenciales en la preparación de los tejidos, a saber, desengomado, blanqueo, mercerización, tintura, estampado y otros tratamientos específicos. Durante estas fases, los tejidos se tratan con baños químicos y de licor y requieren a menudo varias rondas de lavado, aclarado y secado que generan significativos efluentes de aguas residuales.

Las técnicas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación durante las fases de pretratamiento de acabado incluyen:

- La selección de lubricantes hidrosolubles y biodegradables para los tejidos de punto en lugar de aceite mineral y el lavado con agua
- El lavado con disolventes orgánicos de los lubricantes no hidrosolubles
- La fijación térmica puede llevarse a cabo antes de la fase de lavado. Las emisiones a la atmósfera generadas por la rama tensadora se tratarán mediante la electrofiltración en seco. El aceite separado se recogerá para limitar la contaminación del efluente.
- El licor residual se minimizará reduciendo su aplicación, disminuyendo el volumen de los tanques y reciclando el líquido de relleno.
- Empleando equipos mecánicos de deshidratación para reducir el contenido en agua del tejido entrante y reducir el consumo de energía en la rama tensadora.

Desengomado: Las operaciones de desengomado pueden generar efluentes con concentraciones significativas de materia orgánica y sólidos. Las cargas de DBO₅ y DQO durante el desengomado pueden ser considerables (35 a 50 por ciento de la carga total), pudiendo generarse concentraciones de DQO de

hasta 20.000 mg/L⁴. Las técnicas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación incluyen:

- La selección de materias primas con técnicas de baja incorporación (por ejemplo el humedecimiento previo de los hilos de urdimbre)
- La selección de agentes de engomado más bioeliminables (por ejemplo almidón modificado, ciertos galactomananos, alcohol de polivinilo y ciertos poliacrilatos)⁵
- La aplicación del desengomado enzimático y oxidativo con agentes de engomado de almidón y almidón modificado seguido de sistemas de lavado
- La integración del desengomado/ lavado y blanqueo en un solo paso para reducir la generación de efluentes (por ejemplo reutilizar el agua de aclarado del blanqueo empleada en el desengomado)
- La recuperación y reutilización de agentes sintéticos hidrosolubles de engomado (por ejemplo PVA, poliacrilatos y carboximetilcelulosa) mediante la ultrafiltración.

Blanqueo: Los reactivos de blanqueo más habituales son el peróxido de hidrógeno, el hipoclorito de sodio, el clorito sódico y el gas de dióxido de azufre. El peróxido de hidrógeno es el agente blanqueador más habitual para el algodón y se utiliza sobre todo con soluciones alcalinas. El uso de blanqueadores clorados puede producir halógenos orgánicos (como resultado de reacciones secundarias) y derivar en concentraciones significativas de halógenos orgánicos adsorbible (AOx), especialmente triclorometano, en las aguas residuales. El blanqueo con hipoclorito de sodio plantea serias dudas, formándose menos AOx al utilizarse el blanqueo con clorito sódico. Las aguas residuales son alcalinas. Algunas de las

⁴ Comisión Europea, 2003b

⁵ El grado de bioeliminación será >80 por ciento a los 7 días de acuerdo con el método de prueba de la OCDE 302 B, recomendado en el documento de referencia BREF del IPPC para la industria textil (Comisión Europea, 2003b).

medidas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación consisten en:

- Usar un agente blanqueador de peróxido de hidrógeno en lugar de blanqueadores de azufre y cloro
- Reducir el uso del hipoclorito de sodio⁶
- Controlar el uso de estabilizantes empleando productos biodegradables siempre que sea posible y evitando aquellos productos con agentes complejantes escasamente bioeliminables (por ejemplo ácido etilendiaminotetraacético [EDTA], ácido dietilentriaminopentaacético [DTPA]).

Mergerización: Durante la mergerización, la fibra de algodón reacciona a una solución de sosa cáustica, mientras que un tratamiento de lavado con agua caliente elimina la solución cáustica de la fibra. La solución cáustica que queda en la fibra se neutraliza con ácido, seguido de una serie de aclarados dirigidos a extraer el ácido. Las aguas residuales de la mergerización son altamente alcalinas debido a su contenido en sosa cáustica. La técnica recomendada para prevenir y controlar la contaminación implica la recuperación y reutilización del álcali presente en el efluente de mergerización, especialmente en el agua de aclarado, sujeto a las limitaciones de color que puedan aplicarse a las telas mergerizadas tejido a base de hilos tinturas.

Tintura: Las aguas residuales resultantes de la tintura pueden contener pigmentos de color, halógenos (especialmente en colorantes tina, dispersos y reactivos), metales (por ejemplo cobre, cromo, cinc, cobalto y níquel), aminas (producidas por colorantes azoicos en condiciones reductoras) en tintes usados y otras sustancias químicas empleados como auxiliares en la

⁶ Este agente se utilizará sólo cuando las fibras de lino y de lino no puedan blanquearse con peróxido de hidrógeno. Se estudiará la posibilidad de emplear un proceso en dos fases con una fase de peróxido de hidrógeno dirigida a eliminar las impurezas y que serviría de precursora para la formación de AOX formation, seguida de otra fase de blanqueo elemental sin cloro.

formulación de tintes (por ejemplo agentes de dispersión y antiespumantes) y en el proceso de tintura (por ejemplo álcalis, sales y agentes reductores / oxidantes). Los efluentes del proceso de tintura se caracterizan por niveles relativamente altos de DBO y DQO, situándose normalmente esta última por encima de los 5.000 mg/l. La concentración de sal (por ejemplo del uso de tintes reactivos) puede oscilar entre los 2.000 y 3.000 ppm⁷. Algunas de las medidas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación consisten en:

- El uso de sistemas automáticos de dosificación y distribución de tintes
- Cuando corresponda, el uso de procesos continuos y semicontinuos de tintura para reducir el consumo de agua con respecto a los procesos más tradicionales de tintura por lotes
- El uso de sistemas de blanqueo (por ejemplo máquinas de tintura a chorro y tintura en paquete y técnicas discontinuas-fulardadas) que reduzcan el coeficiente de licor-tejido
- El uso de maquinaria con reguladores automáticos de temperatura y parámetros de ciclo de tintura
- La optimización del tamaño de las máquinas en función del tamaño de los lotes de tejidos procesados
- La implementación de la extracción mecánica de licor para reducir el arrastre del licor colorante y aumentar la eficacia del lavado
- La adopción de ciclos de proceso optimizados y procedimientos para reducir la duración del ciclo; la reutilización del agua de aclarado para la tintura posterior o el aclarado a contracorriente en máquinas continuas; y la reconstitución y reutilización de los baños de colorante
- La sustitución de los portadores convencionales de tinte y agentes de acabado por compuestos menos tóxicos

⁷ Las operaciones de tintura de algodón por lotes suelen requerir cantidades de sal que oscilan entre el 20 y el 80 por ciento del peso de los tejidos teñidos.

basados en el benzilbenzoato y el N-alquil ftalimida. Se evitará el uso de portadores que contengan compuestos orgánicos clorados, fenilos y bifenilos

- Emplear fibras de poliéster que puedan teñirse sin portadores
- Realizar la tintura en condiciones de altas temperaturas sin portadores
- Reemplazar el ditionito de sodio por agentes reductores basados en derivados de ácido sulfínico
- Sustituir los colorantes convencionales de azufre en polvo o líquido por materiales colorantes estabilizados no reducidos previamente y sin sulfuro o por formulaciones líquidas colorantes reducidas previamente con un contenido en sulfuro inferior al 1 por ciento
- La adopción de sistemas y medidas capaces de permitir el consumo de la mínima cantidad necesaria de agente reductor y así reducir las materias colorantes
- El uso de colorantes dispersos que puedan aclararse en un medio alcalino mediante la solubilización hidrolítica en vez de la reducción
- El uso de formulaciones de colorante que contengan agentes de dispersión altamente biodegradables (por ejemplo basados en ésteres de ácidos grasos o ácidos sulfónicos aromáticos modificados)
- La sustitución de tintes de cromo por tintes reactivos. Se evitarán los colorantes azoicos con bencidina, colorantes que contengan metales pesados y colorantes clorados. También se evitarán los colorantes azoicos que puedan producir aminas aromáticas carcinógenas
- La adopción de técnicas de tintura bajas en sal, especialmente para los tintes reactivos
- La adopción de procesos de secado de pH controlado (el uso de colorantes ácidos y básicos de pH controlable que permitan regular el pH)
- El tratamiento de las aguas residuales de tintura en plantas de tratamiento que utilizan técnicas habitualmente

disponibles, como la electrolisis, la ultrafiltración y la ósmosis inversa, lodos activados, floculación y oxidación/reducción.

Estampado: Los componentes de la pasta de estampado consisten en concentrados de color, disolventes y resinas aglutinantes. Los concentrados de color contienen pigmentos (partículas insolubles) o tintes. Los disolventes orgánicos se utilizan exclusivamente con pigmentos. Los antiespumantes y las resinas sirven para aumentar la fuerza del colorante. Las mantas de impresión o grises de relleno (material de relleno de tejido que absorbe el exceso de pasta de estampado), que se lavan antes de secarse, pueden generar aguas residuales de apariencia oleosa y niveles significativos de compuestos orgánicos volátiles (COV) procedentes de los disolventes (esencias minerales) empleados en la pasta de estampado. Algunas de las medidas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación consisten en:

- Reducir las pérdidas de pasta de estampado durante el estampado en el cernidor del tambor minimizando el volumen del suministro de pasta de estampado y recuperando la pasta de estampado al final de cada pasada
- Reutilizar los restos de agua de aclarado procedentes de la limpieza de la cinta de estampado
- Emplear la impresión de transferencia para los tejidos sintéticos y las máquinas de estampado digital de chorro de tinta para producir tiradas cortas de tejidos
- Evitar el uso de urea mediante la adición controlada de humedad o mediante los métodos de estampado en dos fases
- Usar pastas de estampado con escasas o nulas emisiones de COV (por ejemplo, pastas de estampado acuosas, sin APEO y con un reducido contenido en amoníaco)

Tratamiento antipolilla: Los agentes de tratamiento antipolilla pueden estar basados en permetrina, ciflutrin y otros biocidas que constituyen compuestos altamente tóxicos para la vida acuática. Algunas de las medidas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación consisten en:

- Implementar procedimientos de manejo durante la dosificación y transporte de concentrados de agentes de tratamiento antipolilla para minimizar los vertidos dentro del taller de tintura
- Implementar técnicas operativas que garanticen la máxima eficacia (transferencia de agentes resistentes a insectos a la fibra) y un volumen mínimo de residuos de sustancias activas en el licor de tintura usado y el agua de aclarado, como por ejemplo:
 - Garantizar un valor de pH inferior al 4,5 al final del proceso. En caso de no poder alcanzarse este valor, se aplicará un agente resistente a los insectos en un proceso separado, reutilizando el baño
 - Evitar el uso de auxiliares de tintura (por ejemplo agentes de nivelación) que pueda retrasar la toma de agentes de tratamiento antipolilla.

Tratamiento de aguas residuales de procesos

Dado que en las operaciones de fabricación de textiles se utiliza una variada gama de materiales, sustancias químicas y procesos, el tratamiento de las aguas residuales puede requerir el uso de operaciones de unidad específicas del proceso de fabricación empleado. Las técnicas empleadas para tratar las aguas residuales de proceso en este sector incluyen la clasificación por origen y el pretratamiento de corrientes de aguas residuales. i) las corrientes de carga elevada (DQO) que contengan compuestos no biodegradables mediante la oxidación química, ii) la reducción de metales pesados empleando la precipitación química, la coagulación y la floculación, etc. y iii) el tratamiento de corrientes altamente

coloreadas o con elevados niveles de TDS empleando la ósmosis inversa. Las fases en el tratamiento de aguas residuales suelen incluir: filtros de grasas, desespumadores o separadores de agua/aceite para separar los sólidos flotantes; filtración por separación de sólidos filtrables; equalización de flujo y carga; sedimentación para la reducción de sólidos en suspensión utilizando clarificadores; tratamiento biológico, normalmente aeróbico, para reducir las sustancias orgánicas solubles (DOB); eliminación de nutrientes biológicos para la reducción de nitrógeno y fósforo; cloración de los efluentes siempre que se requiera la desinfección; drenaje y eliminación de residuos en vertederos designados para residuos peligrosos. Es posible que se requieran controles de ingeniería adicionales para) la eliminación avanzada de metales empleando filtros de membrana y otras técnicas de tratamiento físico/químico, i) eliminación de compuestos orgánicos recalcitrantes, plaguicidas residuales y sustancias orgánicas halogenadas empleando carbón activo u oxidación química avanzada; ii) la eliminación de color residual mediante la adsorción u oxidación química, v) la reducción de la toxicidad en los efluentes empleando la tecnología adecuada (como por ejemplo ósmosis inversa, intercambio iónico, carbón activo, etc.), (v) la reducción de TDS en los efluentes empleando la ósmosis inversa o la evaporación y (vi) el confinamiento y la neutralización de olores molestos.

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se explica la gestión de aguas residuales industriales y se ofrecen ejemplos de enfoques para su tratamiento. Mediante el uso de estas tecnologías y técnicas recomendadas para la gestión de aguas residuales, los establecimientos deberían cumplir con los valores para la descarga de aguas residuales que se indican en el cuadro correspondiente de la Sección 2 del presente documento para la industria gráfica.

Otras corrientes de aguas residuales

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se dan orientaciones sobre el manejo de aguas residuales no contaminadas procedentes de operaciones de servicios públicos, aguas pluviales no contaminadas y aguas de alcantarillado. Las corrientes contaminadas deberían desviarse hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales de procesos industriales.

Consumo de agua

El consumo de agua en la fabricación de textiles tiene un impacto ambiental considerable en términos de necesidades de agua dulce, producción de aguas residuales / lodos y energía empleada para la calefacción. Las recomendaciones para reducir el consumo de agua, especialmente en aquellos sitios donde pueda ser un recurso natural escaso, se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Las recomendaciones específicas para este sector incluyen:

- Reutilizar los baños de tintura
- Adoptar lavadores continuos horizontales, lavadores de pulverización verticales o lavadores verticales y lavadores de doble revestimiento
- Adoptar el lavado a contracorriente (por ejemplo reutilizar el agua menos contaminada del lavado final para el penúltimo lavado)
- Utilizar dispositivos de control de flujo del agua para garantizar que el agua fluya solamente a los procesos cuando sea necesario
- Reutilizar el agua de preparación y acabado

Emisiones a la atmósfera

Las operaciones de fabricación de textiles pueden generar fuentes considerables de contaminantes del aire, incluidos los procesos de acabado (por ejemplo operaciones de revestimiento y tintura). Otras fuentes significativas de

emisiones a la atmósfera en las operaciones textiles incluyen los residuos de secado, estampado, preparación de tejidos y tratamiento de las aguas residuales. Los disolventes pueden generarse durante los procesos de acabado de revestimiento / tratamiento, hornos de secado y el secado y la curación a altas temperaturas. Otras emisiones potenciales incluyen formaldehído, ácidos (especialmente ácido acético) y otros compuestos volátiles tales como portadores y disolventes emitidos durante las operaciones de tintura y de tratamiento de aguas residuales. Los vapores de disolvente pueden contener entre otros compuestos tóxicos como acetaldehído, clorofluorocarbonos, acetato de etilo, metilnaftaleno y clorotolueno.

Polvo

Las emisiones de polvo asociadas con la fabricación textil se producen durante el procesamiento de la fibra natural y fibra sintética y la fabricación de hilos. El manejo y almacenamiento de la fibra (sobre todo el algodón) constituyen fuentes de polvo, especialmente en las áreas de trabajo. Las principales fuentes son las abridoras de balas, alimentadores automáticos, separadores y abridoras, cintas transportadoras mecánicas, batanes y cardas. Los métodos recomendados para prevenir y controlar estas fuentes de emisiones de polvo incluyen:

- Aislar los equipos generadores de polvo y utilizar ventilación local de escape
- Emplear sistemas de extracción y reciclaje de polvo con el fin de eliminar el polvo en las áreas de trabajo
- Instalar filtros textiles para evitar las emisiones externas

El uso de fibras de asbesto como fuente de fibra natural en la fabricación de fibras ya no se considera una buena práctica de la industria y debe evitarse.

Contaminantes del aire procedentes de la fabricación de fibra

Los procesos de producción de fibras regeneradas (viscosa) y polímeros sintéticos (nylon y fibras acrílicas) implican el posible vertido de sustancias químicas (por ejemplo disulfuro de carbono, sulfuro de hidrógeno, diamina de hexametileno y ácido nítrico). Las medidas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación incluyen:

- El aire extraído de los procesos mediante la ventilación de escape se transportará hasta un sistema de recuperación
- El uso de técnicas de control de emisiones (por ejemplo la absorción y la depuración química)

COV y nieblas de aceite

Las emisiones de COV están relacionadas con el uso de disolventes orgánicos en ciertas actividades, como por ejemplo los procesos de estampado, limpieza de tejidos, lavado de lana y tratamientos con calor (por ejemplo termofijación, secado y curación). Otra fuente de emisiones es la evaporación o degradación térmica de sustancias químicas empleadas en los materiales textiles (por ejemplo agentes oleosos antiespumantes, plastificantes y agentes de acabado). Las fuentes principales son normalmente las ramas tensoras empleados en el secado. Otras sustancias con un notable potencial para generar emisiones a la atmósfera se emplean en los procesos de estampado, incluyendo el amoníaco, formaldehído, metanoles y otros alcoholes, ésteres, hidrocarburos alifáticos y varios monómeros.

Algunas de las medidas de prevención y control de la contaminación recomendadas consisten en:

- Instalar y modificar los equipos para reducir el uso de disolventes

- Adoptar métodos basados en agua para eliminar el aceite y la grasa en los tejidos en lugar de usar disolventes volátiles
- Sustituir disolventes limpiadores por otros disolventes menos tóxicos, especialmente disolventes clorados
- Recuperar los COV mediante unidades de recuperación de vapor y utilizar un sistema de circuito totalmente cerrado, especialmente cuando no pueda evitarse la limpieza con disolventes halogenados orgánicos (por ejemplo, para los tejidos con una carga considerable de aceites de silicona)
- Utilizar tecnologías de control adecuadas (por ejemplo desviando las emisiones de chimenea mediante calderas instalando depuradores con lodos de carbón activado; instalando absorbedores de carbón activado; o incinerando los vapores extraídos en un sistema de combustión).

Gases de escape

Las fuentes de combustión empleadas para generar electricidad y los requisitos de calentamiento de proceso son frecuentes en este sector de la industria. En la **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de productos de combustión con una capacidad de hasta 50 megavatios térmicos por hora (MWt), incluidas normas para las emisiones a la atmósfera. Las recomendaciones para fuentes de emisiones de mayor tamaño se presentan en las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para centrales térmicas**.

Olores

La fabricación de textiles puede generar olores, especialmente durante la tintura y otros procesos de acabado, y el uso de aceites, vapores de disolvente, formaldehído, compuestos de azufre y amoníaco. Las técnicas para prevenir o minimizar los olores procedentes de estas fuentes incluyen:

- Sustituir las sustancias de olor intenso por compuestos con menos impacto (por ejemplo materiales colorantes que contengan azufre y agentes reductores con materiales colorantes no reducidos previamente y sin sulfuro; ditionita de sodio en la tintura después del tratamiento con derivados alifáticos de ácido sulfínico de cadena corta)
- Instalar y modificar los equipos para reducir el uso de sustancias químicas olorosas
- Captar y recuperar los gases emitidos durante los procesos (por ejemplo la instalación de sistemas de recuperación de calor)
- Canalizar las emisiones de chimenea mediante calderas para reducir las emisiones de olor.

Consumo de energía

La fabricación de textiles puede suponer un uso considerable de recursos energéticos. El consumo de calor es particularmente significativo en las operaciones de secado y curación y en las actividades que implican el empleo de tratamientos en húmedo. Además de las medidas de conservación de energía descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, las técnicas presentadas a continuación atañen específicamente a este sector:

- Adoptar procedimientos de tintura con un bajo volumen de baño (por ejemplo tintura a chorro y tintura en paquete) para reducir el consumo de energía, que depende del volumen de baño
- Utilizar técnicas de tintura discontinuas-fulardadas (frío) para el algodón, rayón y mezclas para conservar energía y agua (además de tintes y sustancias químicas)
- Estudiar la posibilidad de recurrir a una eficiente combinación de operaciones, como por ejemplo de lavado y blanqueo, para ahorrar energía y agua

- Utilizar baños de blanqueo continuos en lugar de equipos de fabricación de géneros de punto discontinuos
- Recurrir a la recuperación de calor de los rangos de tintura / blanqueo continuo para precalentar el agua entrante y llevar a cabo la recuperación de calor mediante la reutilización de agua de refrigeración y el intercambio de calor procedente de los efluentes calientes descargados por las máquinas de tintura por lotes.

Residuos

Los residuos específicos de la industria textil incluyen pruebas, orillos, ribetes, recortes de tejidos e hilos; tintes, pigmentos y pastas de estampado usados; y lodos procedentes del tratamiento de las aguas residuales de proceso que contengan principalmente fibras y grasa.

Los residuos sólidos y líquidos generados en las industrias textiles se reciclarán o reutilizarán de forma efectiva dentro o fuera del proceso (por ejemplo fibras residuales, recortes y ribetes pueden reciclarse como materia prima para otras operaciones, incluidos productos de baja calidad, no tejidos, aislantes y geotextiles). Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones para el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.

1.2 Higiene y seguridad en el trabajo

Las cuestiones relativas a la higiene y la seguridad en el trabajo durante la fase operativa de los proyectos de fabricación de textiles incluyen principalmente:

- Riesgos de origen químico
- Riesgos físicos
- Calor
- Ruido
- Radiación ionizante y no ionizante

Riesgos de origen químico

Riesgos de origen respiratorio y contacto dérmico

Polvo: la exposición a partículas finas está asociada principalmente con los procesos de fabricación de fibras naturales e hilos descritos en la Sección 1.1. del presente documento. El polvo de algodón se genera durante el manejo o procesamiento del algodón y contiene fibras de algodón y otros contaminantes potenciales químicos y microbiológicos (por ejemplo bacterias, hongos, plaguicidas y herbicidas). La exposición al polvo de algodón puede provocar riesgos respiratorios (por ejemplo la bisinosis en la fabricación de algodón, bronquitis crónica, asma y enfisema).

Las medidas de prevención y control de los riesgos para la higiene y la seguridad en el trabajo relativos al polvo de fibra natural incluyen:

- Instalar sistemas de extracción de polvo, reciclaje y ventilación para eliminar el polvo de las áreas de trabajo, especialmente en las fábricas de tejidos de algodón
- Emplear la limpieza por aspiración de las superficies en lugar de técnicas de "barrido" con aire comprimido
- Implementar procedimientos de mantenimiento interno periódicos, especialmente en el área de "flocado"
- Utilizar métodos mecánicos para manejar el algodón y los residuos del mismo
- Utilizar equipos de protección personal (EPP) para los trabajadores expuestos, como máscaras y respiradores, cuando sea necesario

La exposición en el trabajo al asbesto durante la producción de fibra constituye un riesgo conocido de cáncer de pulmón (mesotelioma) y lesiones a los tubos bronquiales. Está prohibido el uso de fibra de asbesto.⁸ Se implementarán

⁸ El uso de asbesto ya no se considera una buena práctica de la industria y está prohibida en la Lista de Exclusión de la CFI.

sistemas adecuados de extracción de polvo en las instalaciones dedicadas al procesamiento de fibras naturales inorgánicas (por ejemplo filtros con nanofilamentos).

Compuestos orgánicos volátiles (COV): La exposición a las emisiones de COV está relacionada con el uso de disolventes en los procesos de estampado de textiles, limpieza de tejidos y tratamientos de calor (por ejemplo termofijación, secado y curación). La exposición de los trabajadores puede provocar impactos en la piel y de tipo respiratorio. La exposición a ciertos compuestos (por ejemplo disulfuro de carbono en la fabricación del rayón) puede tener efectos tóxicos considerables, incluyendo enfermedades del sistema nervioso y el corazón.

Algunas de las técnicas de prevención y control utilizadas para reducir la exposición a los COV son las siguientes:

- Emplear campanas extractoras y equipos cerrados
- Utilizar salas bien ventiladas, con una ligera presión positiva, para los operadores de control de proceso y lugares de descanso de los trabajadores
- Utilizar estrategias de turnos y de rotación de tareas para los trabajadores con objeto de minimizar la exposición a los COV
- Instalar sistemas de extracción y reciclaje del aire para eliminar los COV de las áreas de trabajo con el uso de tecnologías adecuadas de reducción (por ejemplo depuradores que utilicen absorbentes de carbono) o canalizando los vapores extraídos hacia el sistema de combustión
- Emplear equipos de protección personal (EPP), como por ejemplo respiradores, cuando sea necesario

Cromo: Es una de las principales causas de dermatitis alérgica de contacto entre los trabajadores del taller de tintura y los empleados que realizan las operaciones de tintura y manejan

materiales colorantes que contienen cromo. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** describen medidas para prevenir y controlar este riesgo potencial, incluyendo la reducción de la proporción de cromo soluble en materiales colorantes y el uso de EPI adecuados para impedir el contacto dérmico.

Explosión

Los polvos orgánicos, incluido el polvo de algodón, son combustibles y presentan un riesgo de explosión. Este riesgo se controla de forma más eficaz con medidas dirigidas a impedir la acumulación de polvo, como se apuntaba anteriormente. Además, se retirarán todas las posibles fuentes de ignición donde los polvos orgánicos puedan formar nubes o acumularse. El uso de COV, como en el caso de los disolventes, puede formar mezclas potencialmente explosivas en el aire. Los equipos eléctricos en estas zonas deben ser sometidos a pruebas para prevenir incendios.

Riesgos físicos

Las actividades relativas a las operaciones de mantenimiento de los equipos específicos de la industria (por ejemplo cardas, maquinaria de hilatura, telares y ramas tensoras) pueden exponer a los trabajadores a impactos físicos, especialmente en lo que se refiere a superficies calientes y equipos en movimiento. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen medidas de prevención y control de estos impactos, incluida la implementación de medidas de protección general (por ejemplo vigilancia de maquinaria y sistemas y procedimientos de etiquetado de seguridad).

Calor

El riesgo más significativo de exposición al calor y a la humedad elevada se produce durante las operaciones de procesamiento húmedo y acabado en seco y como consecuencia del uso de vapor y fluidos calientes en estos procesos. Las **Guías**

generales sobre medio ambiente, salud y seguridad ofrecen recomendaciones para su prevención y control.

Ruido

Las fuentes principales de ruido en las plantas textiles se asocian con el procesamiento de hilos (por ejemplo la texturación o la torsión y retorsión) y la producción de tejidos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones para el manejo del ruido, incluido el uso de protección auditiva personal.

Radiación ionizante y no ionizante

Las estaciones de rayos X se utilizan en ocasiones para el seguimiento continuo del grosor de la espuma en la tintura continuo con espuma y para los sistemas de control de niveles en los tanques. Tal y como prescriben las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, los operadores de estos equipos deberán protegerse mediante el uso de medidas de protección frente a la radiación ionizante para limitar las dosis de exposición.

1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Los impactos en la higiene y seguridad de la comunidad durante la construcción y desmantelamiento de las plantas de fabricación textiles son comunes a los de la mayoría de las demás instalaciones industriales y se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Los impactos potenciales específicos durante las operaciones incluyen olores generados por distintas fuentes en la fabricación de textiles. Los olores suelen generarse durante la tintura y otros procesos de acabado que utilizan aceites, vapores de disolvente, formaldehído, compuestos de azufre y amoníaco.

Estos se controlarán y contendrán adecuadamente, tal y como describe la Sección 1.1, para evitar que se conviertan en una molestia para la comunidad.

Otra cuestión a tener en cuenta para la higiene y seguridad de la comunidad se refiere al uso de sustancias químicas y a su riesgo potencial para la salud de los consumidores que comprenden prendas de vestir o telas domésticas producidas por la industria textil. Se adoptarán precauciones específicas para garantizar la inocuidad de estos productos para consumo humano. El fabricante evitará el uso de materiales colorantes alergénicos y materiales colorantes que formen compuestos carcinógenos. Se realizarán las pruebas pertinentes de pH, plaguicidas, metales pesados, formaldehído, fenoles clorados, portadores de cloro orgánicos y acabados biológicamente activos para evaluar las características textiles en función de las condiciones normales de uso antes de su comercialización⁹.

2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

2.1 Medio ambiente

Guías sobre emisiones y efluentes

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las guías sobre emisiones y efluentes para este sector. Las cantidades correspondientes a las emisiones y efluentes de los procesos industriales en este sector son indicativas de las prácticas internacionales recomendadas para la industria, reflejadas en las normas correspondientes de los países que cuentan con marcos normativos reconocidos. Dichas cantidades pueden alcanzarse en condiciones normales de funcionamiento de instalaciones adecuadamente diseñadas y utilizadas mediante la aplicación de las técnicas de prevención y control de la contaminación que se han analizado en las secciones anteriores de este documento. Estos niveles se deben lograr, sin dilución, al

menos el 95% del tiempo que opera la planta o unidad, calculado como proporción de las horas de operación anuales. El incumplimiento de estos niveles debido a las condiciones de determinados proyectos locales se debe justificar en la evaluación ambiental correspondiente.

Las guías sobre efluentes se aplican a los vertidos directos de efluentes tratados a aguas superficiales de uso general. Los niveles de vertido específicos del emplazamiento pueden establecerse basándose en la disponibilidad y condiciones de los sistemas de tratamiento y recogida de aguas de alcantarillado público o, si se vierten directamente a las aguas superficiales, basándose en la clasificación del uso del agua receptora que se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las guías sobre emisiones son aplicables a las emisiones procedentes de la combustión. Las guías sobre emisiones procedentes de la combustión relacionadas con centrales de generación de vapor y energía a partir de fuentes con una capacidad igual o inferior a 50 MW se analizan en las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad, y las guías sobre emisiones procedentes de centrales de mayor capacidad se analizan en las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para centrales térmicas. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación sobre cuestiones ambientales teniendo en cuenta la carga total de emisiones.

⁹ Para guías específicas, ver las Normas de Oeko-Tex (2006a, 2006b, 2006c).

Cuadro 1. Niveles de emisiones a la atmósfera para la industria textil ^d

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
COV	mg/Nm ³	2 / 20 / 50 / 75 / 100 / 150 ^{a b}
Cloro	mg/Nm ³	5
Formaldehído	mg/Nm ³	20
Amoniaco	mg/Nm ³	30
Partículas	mg/Nm ³	50 ^c
H ₂ S	mg/Nm ³	5
CS ₂	mg/Nm ³	150

NOTAS:

^a Calculado como carbono total.

^b Como promedio en 30 minutos para las emisiones de chimenea.

Aplicabilidad de los valores indicativos:

- 2 mg/Nm³ para COV clasificados de carcinógenos o mutágenos con un flujo de masa superior o equivalente a los 10 g/hora;

- 20 mg/Nm³ para descargas de COV halogenados con un flujo de masa equivalente o superior a los 100 g/hora;

- 50 mg/Nm³ para gases residuales procedentes del secado para grandes instalaciones (consumo de disolventes >15 t/a);

- 75 mg/Nm³ para los procesos de aplicación de revestimiento para grandes instalaciones (consumo de disolventes >15 t/a);

- 100mg/Nm³ para pequeñas instalaciones (consumo de disolventes <15 t/a).

- Cuando los disolventes se recuperen a partir de las emisiones y se reutilicen, el valor límite será de 150 mg/Nm³

^c Como promedio en 30 minutos para las emisiones de chimenea.

^d Los valores indicativos son aplicables a las instalaciones con un consumo de disolventes > 5t/a.

Cuadro 2. Niveles de efluentes para la industria textil ^a

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
pH	--	6 – 9
DBO	Mg/L	30
DQO	Mg/L	160
AOX	Mg/L	1
TSS	Mg/L	50
Aceite y grasa	Mg/L	10
Plaguicidas	Mg/L	0,05-0,10 ^b
Cadmio	Mg/L	0,02
Cromo (total)	Mg/L	0,5
Cromo (hexavalente)	Mg/L	0,1
Cobalto	Mg/L	0,5
Cobre	Mg/L	0,5
Niquel	Mg/L	0,5
Cinc	Mg/L	2
Fenol	Mg/L	0,5
Sulfuro	Mg/L	1
Fósforo total	Mg/L	2
Amoniaco	Mg/L	10
Nitrógeno total	Mg/L	10
Color	m ⁻¹	7 (436 nm, amarillo) 5 (525 nm, rojo) 3 (620 nm, azul)
Toxicidad para los huevos de peces	T.U. 96h	2
Aumento de temperatura	°C	<3
Bacteria coliforme	MPN/100ml	400

^a Al borde de una zona de mezcla científicamente establecida que toma en cuenta la calidad del agua ambiente, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación.
^b 0,05 mg/L para plaguicidas totales (salvo plaguicidas organofosforado); 0,10 mg/l para plaguicidas organofosforado.

Uso de los recursos

Los cuadros 3 y 4 proporcionan ejemplos de indicadores específicos del sector para el consumo de recursos y energía y la generación de recursos. Los valores de referencia de la industria se consignan únicamente con fines comparativos, y cada proyecto debería tener como objetivo lograr mejoras continuas en estas áreas.

Cuadro 3. Consumo de recursos y energía ^a

Proceso	Electricidad (kWh/kg)	Energía térmica (MJ/kg)	Consumo de agua (l / kg)
Lavado de lana	0,3	3,5	2–6
Acabado de hilos	–	–	70–120
Tintura de hilos	0,8–1,1	13–16	15–30 (tintura) 30–50 (aclorado)
Tintura de fibras cortas	0,1– 0,4	4–14	4–15 (tintura) 4–20 (aclorado)
Acabado de tejidos de punto	1–6	10–60 ⁽²⁾	70–120
Acabado de tejidos	0,5–1,5	30–70 ⁽³⁾	50–100
Acabado de tejidos tinturas	–	–	<200

^a Comisión Europea (2003b). Los datos relativos a los "valores de referencia de la industria" proceden de un número limitado de instalaciones.
^b El valor superior se refiere a fábricas que también dispongan de secciones de hilatura y enconado.
^c El valor superior se refiere a fábricas que también dispongan de secciones de hilatura, torsión y enconado.

Cuadro 4. Generación de residuos ^a

Residuos por unidad de producto	Unidad	Valor de referencia de la industria
Aguas residuales Lavado de lana	l/kg	2-6 ^b
Aguas residuales Acabado de hilos Lana	l/kg	35-45
Aguas residuales Acabado de hilos Algodón	l/kg	100-120
Aguas residuales Acabado de hilos Fibra sintética	l/kg	65-85
Aguas residuales Acabado de tejidos de punto Lana	l/kg	60-70
Aguas residuales Acabado de tejidos de punto Algodón	l/kg	60-135
Aguas residuales Acabado de tejidos de punto Fibra sintética	l/kg	35-80
Aguas residuales Acabado de tejidos Lana	l/kg	70-140
Aguas residuales Acabado de tejidos Algodón	l/kg	50-70
Aguas residuales Acabado + Estampado Tejidos Algodón	l/kg	150-80
Aguas residuales Acabado de tejidos Fibra sintética	l/kg	100-180
Lodos de tratamiento de Aguas residuales	kg/m ³ aguas residuales tratadas	1-5 ^c

^a Comisión Europea (2002b).
^b BAT constituyen 2-4 l/kg de lana suarda para fábricas de tamaño medio y grande (15.000 toneladas/año de lana suarda) y 6 l/kg para fábricas de pequeño tamaño.
^c Volumen de lodos producidos después de la deshidratación de 1-5 kg/m³ de aguas residuales tratadas.

Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables al proyecto concreto.

La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos formados, quienes deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

2.2 Higiene y seguridad en el trabajo

Guía sobre higiene y seguridad en el trabajo

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre la materia que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV[®]) y los índices biológicos de exposición (BEIs[®]) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁰, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)¹¹, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los

¹⁰ Disponibles en: <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>.

¹¹ Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

Estados Unidos (OSHA)¹², los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea¹³ u otras fuentes similares.

Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (ya sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar la pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad e incluso la muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)¹⁴.

Seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados¹⁵ como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales, así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

¹² Disponibles en: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992.

¹³ Disponibles en: http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/.

¹⁴ Disponibles en: <http://www.bls.gov/iif/> y <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

¹⁵ Los profesionales acreditados pueden incluir a higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

3.0 Referencias y fuentes adicionales

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 2000. Emergency Planning and Community Right-To-Know Act. Section 313, Reporting Guidance for the Textile Processing Industry. EPA 745-B-00-008. Washington, DC: U.S. EPA.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 40 CFR Part 410. Protection of Environment—Textile Mills Point Source Category. Washington, DC: U.S. EPA.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). Oficina de Cumplimiento. 1997. Sector Notebook Project. Profile of the Textile Industry. EPA/310-R-97-009. Washington, DC: U.S. EPA.

Agencia de Protección Ambiental del Reino Unido. Agencia de Protección Ambiental de Escocia. Environmental and Heritage Service. 2002. Guidance for the Textile Sector. Sector Guidance Note IPPC S6.05. Londres, Reino Unido.

Comisión Europea. 2002. Decisión 2002/371/CE del 15 de mayo 2002 por la que se establecen los criterios ecológicos para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a los productos textiles y se modifica la Decisión 1999/178/CE. Bruselas, Bélgica.

Comisión Europea. 2003a. Prevención y control integrados de la contaminación PPC), Documento de referencia de las mejores técnicas disponibles para los sistemas de tratamiento y gestión de aguas residuales comunes y residuos gasísticos en el sector químico. Sevilla, España

Comisión Europea. 2003b. Prevención y control integrados de la contaminación PPC), Documento de referencia de las mejores técnicas disponibles para la industria textil. Sevilla, España.

Comisión de Helsinki. 2002. Reduction of Discharges and Emissions from Production of Textiles. Recomendación 23/12. Helsinki, Finlandia.

Convenios de Oslo y de París para la prevención de la contaminación marina, Reunión conjunta. 1997. PARCOM Recommendation 97/1 Concerning Reference Values for Effluent Discharges from Wet Processes in the Textile Processing Industry. Bruselas, Bélgica

Denton, M. J. y P. N. Daniels. 2002. Textile Terms and Definitions. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

Departamento de Medio Ambiente de Irlanda del Norte. 2004. Textile and Fabric Coating and Finishing. Process Guidance Note NIPG 6/8 (Version 2). Belfast, Irlanda del Norte, Reino Unido.

Departamento de Salud y Servicios Humanos (U.S. Department of Health and Human Services, DHHS). National Institute for Occupational Safety and Health. 1988. Occupational Safety and Health Guideline for Cotton Dust. Washington, DC: U.S. DHHS.

Environment Australia. 1999. National Pollutant Inventory: Emission Estimation Technique Manual for Textile and Clothing Industry. Canberra, Australia.

Gobierno Federal alemán. 2002. First General Administrative Regulation Pertaining to the Federal Emission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control—TA Luft). Berlín, Alemania.

Gobierno del Estado de Victoria, Autoridad de Protección Ambiental. 1998. Environmental Guidelines for the Textile Tinture and Finishing Industry. Melbourne, Australia.

Ministerio Federal para el Medio Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear de Alemania. 2004. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance—AbwV) of 17 June 2004. Berlín, Alemania

International Center for Occupational Safety and Health. 2001–2002. Accident Frequency Rates and Severity Rates by Industry (2001–2002). Tokio, Japón.

Oeko-Tex Association, International Association for Research and Testing in the Field of Textile Ecology. 2006a. Oeko-Tex Standard 100. Disponible en: <http://www.oeko-tex.com/en/main.html>

Oeko-Tex Association, International Association for Research and Testing in the Field of Textile Ecology. 2006b. Oeko-Tex Standard 200. Disponible en: <http://www.oeko-tex.com/en/main.html>

Oeko-Tex Association, International Association for Research and Testing in the Field of Textile Ecology. 2006c. Oeko-Tex Standard 1000. Disponible en: <http://www.oeko-tex.com/en/main.html>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). 2004. Emission Scenario Document on Textile Finishing Industry. OECD Series on Emission Scenario Documents, Number 7. Doc. ENV/JM/MONO (2004)12. París, Francia.

Reino Unido. Comisión de Salud y Seguridad (Health and Safety Commission). 2005. Workplace Exposure Limits. Table 1: List of Approved Workplace Exposure Limits. EH40/2005. Londres, Reino Unido.

República de Italia. 1999. Decreto Legislativo de 11 de mayo de 1999, n° 152. Disposizioni sulla Tutela delle Acque dall'Inquinamento e Recepimento della Direttiva 91/271/CEE Concernente il Trattamento delle Acque Reflue Urbane e della Direttiva 91/676/CEE Relativa alla Protezione delle Acque dall'Inquinamento Provocato dai Nitrati Provenienti da Fonti Agricole. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n° 124. Roma, Italia.

República de Italia. 2006. Decreto Legislativo de 3 de abril de 2006, n° 152. Norme in Materia Ambientale. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n° 96/L. Roma, Italia.

Unión Europea. 1999. Directiva 1999/13/CE del Consejo de 11 de marzo de 1999 relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones. Bruselas, Bélgica.

Unión Europea. 2002. Directiva 2002/61/CE del Consejo de 19 de julio de 2002 por la que se modifica por decimonovena vez la Directiva 76/769/CEE del Consejo, que limita la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos (colorantes azoicos). Bruselas, Bélgica.

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

La industria textil abarca la producción de hilos, tejidos y artículos acabados. Los fabricantes de textiles reciben y preparan las fibras crudas; transforman estas fibras en hilos, hebras o tejidos; convierten hilos en tejidos; y tiñen, rematan y preparan estos materiales en distintas fases de producción. Las materias primas empleadas en la fabricación de textiles incluyen fibras naturales (orgánicas o inorgánicas), fibras químicas y procesadas, sustancias químicas, agua y energía. (ver el Cuadro A-1).¹⁶

Antes de formar hilos con estas fibras, se llevan a cabo una serie de fases de preparación, incluyendo el desmotado, abertura, mezclado, lavado, cardado, peinado y estirado. Las fibras naturales de origen mineral incluyen fibras de basalto (tanto filamentos continuos como fibras cortas) y de asbesto (una fibra corta). Las fibras sintéticas incluyen materiales orgánicos sintéticos procedentes de la industria petroquímica (por ejemplo poliamidas, poliésteres, poliolefinas y fibras de poliacrílico) y fibras orgánicas naturales regeneradas, incluida la celulosa regenerada (viscosa y cupro), el acetato de celulosa y triacetato de celulosa, fabricadas a partir de fibras de madera. Las fibras sintéticas pueden ser procesadas en hilos de filamento o en fibras discontinuas para facilitar la hilatura. Las fibras inorgánicas sintéticas incluyen fibras de vidrio y carbono, que son filamentos continuos y fibras cortas. Las fibras cortas hechas de ambos materiales se utilizan en fieltros y compuestos. El filamento continuo de vidrio se procesa mediante la hilatura, torsión y engomado. Los filamentos continuos de carbono se producen mediante pirólisis.

Cuadro A.1. Fibras textiles			
Categorías / Subcategorías			Ejemplos
Fibras naturales	Orgánicas	Fibras vegetales	Algodón Lino, Cáñamo Yute, sisal, retama
		Fibras animales	Lanas Seda
	Inorgánicas	Fibras minerales	Basalto Amianto
Fibras sintéticas	Fibras naturales orgánicas regeneradas		Celulosa regenerada Viscosa Cupro Acetato de celulosa Triacetato de celulosa
	Polímeros orgánicos sintéticos		Poliamida Poliéster Poliolefinas Poliacrílico
	Fibras inorgánicas		Vidrio Carbono

Fabricación de hilos

Las fibras cortas (incluidas las fibras naturales, las naturales regeneradas y las sintéticas) se transforman en hilos mediante las operaciones de agrupamiento y torsión. Otras fibras se procesan mediante las operaciones de hilatura. La fabricación de hilos suele incluir las siguientes operaciones:

- Fibras vegetales: el desmotado, la mezcla de fibras, el cardado, el peinado, la hilatura (es decir, de anillos y de cabo abierto) y la torsión
- Fibras de origen animal: el lavado, la mezcla de fibras, el cardado, el peinado, la hilatura (en anillos) y la torsión
- Fibras minerales: la hilatura, la torsión y engomado
- Fibras naturales regeneradas: el cardado, el peinado, la hilatura (en anillos) y la torsión

Fabricación / Preparación de fibras

La industria textil utiliza dos categorías generales de fibras, a saber, naturales y sintéticas. Las fibras naturales, conocidas como fibras cortas una vez cosechadas, incluyen fibras de origen vegetal y animal (por ejemplo algodón, seda y lana).

¹⁶ Para los términos y la definición específica empleada en la fabricación de textiles, ver *Textile Terms and Definitions*, 11ª edición, 2002

- Fibras sintéticas: el cardado, el peinado, la hilatura (en anillos o de cabo abierto) y la torsión

Los hilos continuos pueden emplearse directamente o después de las siguientes operaciones:

- Fibras naturales (por ejemplo, la seda): la torsión
- Fibras naturales regeneradas: hilatura y torsión
- Fibras sintéticas: hilatura, torsión y texturación
- Fibras inorgánicas: hilatura (vidrio) o pirólisis (carbón), torsión y engomado

Producción de tejidos

Enrollamiento

El enrollamiento consiste en la transferencia de hilos de un tipo de envase a otro para facilitar su posterior procesamiento. Las enrolladoras de precisión se utilizan principalmente para hilos continuos y para producir envases con una máquina enrolladora de diamante. Las enrolladoras de tambor se emplean sobre todo para hilos de torsión.

Urdimbre

La urdimbre consiste en enrollar una parte de todos los cabos de una urdimbre en toda su anchura en un plegador.

Urdido por secciones

El urdido por secciones es un método mecanizado de preparar una urdimbre en un plegador. El proceso consiste en enrollar una urdimbre en secciones en una bobina y desenrollarla entera de la bobina en un plegador de urdimbre.

Enrollado

El enrollado es una actividad realizada durante la fabricación de urdimbre donde los extremos, retirados de una fileta de urdidora, se enrollan en un plegador en una longitud que es un múltiplo de la longitud de la urdimbre de telar. Varios plegadores similares (conocidos como el conjunto de

plegadores posteriores) proporcionan el número total de cabos necesarios en las urdumbres tejidas. El enrollado suele emplearse para la producción a granel de trama gris. El enrollado directo es un método específico de una sola fase.

Engomado

El engomado consiste en aplicar compuestos de engomado para urdir hilos con los que unir la fibra superficial y proteger los hilos de la abrasión durante el tejido. Los principales compuestos para el engomado son el almidón, la gelatina, el aceite, la cera y los polímeros fabricados (como por ejemplo el alcohol de polivinilo, poliestireno, ácido poliacrílico y poliacetatos).

El método de engomador de plegador a plegador consiste en transferir una urdimbre del plegador de urdimbre a un plegador de telar. La urdimbre encolada se seca con aire caliente o por contacto con cilindros caldeados con vapor durante su transferencia al plegador del telar.

Fabricación de tejidos

Los métodos más importantes para la fabricación de tejidos son el tejido y el tejido de punto. El tejido se realiza empleando telares (dispositivos que facilitan el tensado de urdumbres y la formación de una calada con ayuda de lizos). Hay muchos tipos de telares, incluidos telares con lanzadera, con proyectiles, de lanza y de chorro fluido. El telar con lanzadera utiliza un dispositivo de inserción de trama que propulsa los hilos de relleno a través (por encima y por debajo) de los hilos de urdimbre. El telar con proyectiles emplea un proyectil que transporta la trama a través de la calada y deja un rastro de hilos a su paso. El telar de lanza transporta los hilos de trama desde un paquete estacionario a través de la calada. Los telares de lanza son más simples y versátiles que los telares con falsa lanzadera, aunque su velocidad de tejido es inferior. Los dos tipos de telares de chorro fluido son de chorro de aire y de agua.

El tejido de punto es un método empleado para convertir los hilos en tejidos mediante rizos reticulados formados con ayuda de agujas. Se utilizan dos tecnologías de tejido de punto de trama, incluida la de género de punto rectilínea (empleada con un material de calibre más pesado) y circular. Las tecnologías de tejeduría de punto para urdimbre incluyen el telar de punto por urdimbre (por ejemplo encajes, punto ligero), el telar de punto Raschel (por ejemplo encajes, terciopelo, tejidos para usos técnicos) y el ganchillo por urdimbre (por ejemplo tejidos para usos técnicos).

El empenachado consiste en un proceso para fabricar alfombras. Las telas no tejidas se producen empleando máquinas de unión mecánica, por agua o por aire. El trenzado es una tecnología de entrelazado donde dos conjuntos de fibras continuas se alternan de forma simétrica en torno a un eje.

Procesos de acabado

Los tejidos de telar y de punto no suelen procesarse como prendas de ropa u otros artículos acabados hasta que los tejidos sin teñir y sin acabar, conocidos como tejidos grises (de telar) o crudos (de punto), hayan pasado por varias fases de procesamiento en húmedo intensivas en términos de agua. Estos procesos los convierten en tejidos acabados, mejorando su apariencia, durabilidad y capacidad de servicio. El procesamiento húmedo o los procesos de acabado incluyen procesos esenciales en la preparación de los tejidos, a saber, desengomado, el blanqueo, la mercerización, la tintura, el estampado y otros tratamientos específicos. Durante estas fases, los tejidos se tratan con baños químicos y de licor y requieren a menudo varias rondas de lavado, aclarado y secado.

Preparación

La preparación (también conocida como pretratamiento) de los tejidos tinturas, estampados o acabados consiste en una serie de fases de tratamiento y aclarado que son cruciales para los

resultados obtenidos en los procesos posteriores de acabado de textiles. Se utilizan molinos para eliminar las impurezas naturales o sustancias químicas de procesamiento que puedan interferir con la tintura, el estampado y el acabado. Los tratamientos típicos de preparación incluyen el desengomado, el lavado y el blanqueo, así como otros procesos (por ejemplo el gaseado y la mercerización) dirigidos a alterar química o físicamente los tejidos. Algunos contaminantes generados durante esta fase pueden proceder de la extracción de sustancias químicas de procesamiento y residuos agrícolas aplicados. Las aguas residuales pueden incluir metales, sustancias orgánicas y fósforo presentes en los agentes surfactantes y detergentes.

Desengomado

El desengomado es una fase de preparación empleada para extraer materiales de engomado aplicados antes del tejido. Dado que las fibras sintéticas se encolan por lo general con colas solubles al agua, la extracción suele realizarse con un lavado de agua caliente o durante el proceso de lavado. Las fibras naturales suelen encolarse casi siempre con almidones insolubles al agua o mezclas de almidón con otros materiales. El desengomado se realiza a menudo empleando encimas capaces de descomponer los almidones en azúcares hidrosolubles. A continuación, los azúcares se extraen mediante lavado antes del lavado de los tejidos.

Gaseado

El gaseado consiste en hacer pasar las fibras salientes de los hilos o tejidos por una llama o placas de cobre caliente para quemarlas.

Hilatura

La hilatura consiste en crear hilos a partir de materiales fibrosos crudos. La hilatura compacta o condensada es una modificación del proceso de hilatura en anillos que se traduce en una

producción inferior de fibras residuales, un mayor aprovechamiento de la tenacidad de las fibras, una mejor apariencia y un menor contenido de pelo en los hilos.

Mercerización

La mercerización consiste en el tratamiento de las fibras textiles de celulosa (tanto hilos como tejidos) con una solución concentrada de álcalis cáusticos. El tratamiento hace que las fibras se hinchen y aumente la fuerza y la afinidad del colorante de los materiales. Un proceso alternativo es el tratamiento con amoníaco líquido capaz de producir algunos efectos propios de la mercerización.

Blanqueo

El blanqueo es un proceso dirigido a aumentar la blancura del material textil empleando normalmente blanqueadores de cloro (hipoclorito de sodio y clorito de sodio) o peróxido de hidrógeno. El blanqueo con ácido peracético se emplea en ocasiones para las fibras sintéticas que no pueden blanquearse con peróxido de hidrógeno (por ejemplo poliamidas).

Tintura

La tintura es la aplicación y fijación de un colorante en un sustrato. La industria textil utiliza distintas técnicas de tintura (por ejemplo hilos de tintura en paquete, tintura por piezas, tintura por pulverización, tintura de lana peinada y tintura de madejas) y máquinas (por ejemplo tornos, máquinas de tintura a chorro, pala, desborde) para teñir los tejidos con un licor. La tintura se realiza en plantas de fabricación de textiles o en plantas de tintura específicas.

Los textiles se tiñen usando una amplia gama de sustancias químicas y materiales colorantes. Los colorantes suelen ser moléculas sintéticas y se venden en forma de polvos, gránulos, pastas y dispersiones líquidas. La tintura puede llevarse a cabo empleando procesos por lotes o continuos. En la tintura por lotes, se carga una cantidad de textiles en una máquina de

tintura y se ponen en contacto con licor colorante. Las sustancias químicas auxiliares y las condiciones de baño se utilizan para acelerar la acción de la tintura. El colorante se fija a continuación empleando calor y / o sustancias químicas, mientras que un lavado elimina los colorantes no fijados y las sustancias químicas de las fibras textiles o los tejidos. El coeficiente de licor (el coeficiente de peso entre los materiales secos totales y el licor total) de los equipos usados es un parámetro importante en la tintura discontinuo. Este coeficiente oscila entre el 3:1 (el agua necesaria por peso unitario de materiales textiles es inferior) y más del 50:1 (típico de colorantes de escasa afinidad y procesos de tintura menos eficaces o más exigentes). Los tornos de tintura y las máquinas de madejas utilizan coeficientes más elevados que las técnicas de tintura a chorro, tintura en paquete y tintura discontinua-fulardada. Los procesos de tintura continua suministran textiles a una máquina de tintura donde la aplicación del colorante en un baño, la fijación del colorante con sustancias químicas o calor y el lavado se realizan a velocidades que oscilan entre los 50 y 250 metros de tejido por minuto.

Estampado

El estampado obtiene diseños o motivos en los tejidos mediante la aplicación de un colorante u otros reactivos, normalmente en una pasta o tinta. Las técnicas incluyen el estampado a cuadro (mediante el cual la pasta de estampado se introduce a través de una malla en contacto con el sustrato), el estampado de sublimación (mediante el cual se aplican colorantes que subliman rápidamente) y el estampado por chorro de tinta.

Ensanchado

Mediante el ensanchado los productos se enderezan y se secan con aire caliente para obtener la anchura deseada en los productos finales.

Revestimiento y laminación

El revestimiento implica la aplicación de materiales semilíquidos en una o ambas caras de un material textil. El secado y la curación adhieren los materiales de revestimiento al tejido. Las técnicas incluyen el revestimiento directo (por ejemplo esparciendo el revestimiento con un cuchillo); el revestimiento con rodillo (por ejemplo la aplicación por medio de un rodillo en el tejido de sustrato en movimiento); y el revestimiento por transferencia (por ejemplo la aplicación en un sustrato temporal y la adición de un revestimiento adhesivo, la capa fijadora, para facilitar la transferencia al sustrato deseado). La laminación con llama se utiliza a menudo con una delgada plancha de espuma termoplástica (por ejemplo poliuretano) expuesta a un quemador de llama ancha antes de pasar por los rodillos de laminación.

El procesamiento húmedo produce las mayores emisiones y residuos en las operaciones textiles. Además, son necesarias unas cantidades considerables de energía para los baños de calentamiento y enfriamiento y para el secado de tejidos e hilos. Los métodos empleados varían en función de los productos finales y las aplicaciones, las prácticas de fabricación específicas del emplazamiento y el tipo de fibra. Las fibras naturales suelen requerir más fases de procesamiento que las fibras sintéticas. Los métodos de procesamiento pueden diferir dependiendo de las propiedades finales deseadas, como por ejemplo la fuerza tensil, la flexibilidad, la uniformidad y el lustre.

Los textiles producidos se transportan a menudo desde las fábricas textiles hasta los talleres de tintura y acabado para su procesamiento húmedo, aunque las plantas de fabricación de textiles de gran tamaño pueden integrar el procesamiento húmedo en sus operaciones.

Fabricación de productos finales

La fabricación de productos textiles finales incluye la decoración final de tejidos, como por ejemplo el bordado, el ensamblaje de

prendas de vestir, textiles domésticos y otros usos industriales de tejidos acabados. El bordado es el arte de decorar tejidos y otros materiales con diseños cosidos en cordones de hilos o hilos empleando una aguja. El bordado también puede incorporar otros materiales como son bandas de metal, perlas, etcétera. El ensamblaje de prendas de vestir puede ser una actividad intensa en términos de mano de obra.