

Director del capítulo
David Richardson

Sumario

Artes gráficas y publicación
Gordon C. Miller 85.2

Características generales
David Richardson 85.2

Servicios de reproducción y duplicación
Robert W. Kälpper 85.6

Efectos sobre la salud y pautas patológicas
Barry R. Friedlander 85.9

Descripción general de riesgos para el medio ambiente
Daniel R. English 85.12

Laboratorios fotográficos comerciales
David Richardson 85.14

● ARTES GRAFICAS Y PUBLICACION

Gordon C. Miller

Descripción general de los métodos de impresión

La imprenta se inventó en China en el siglo XI. A finales del XV, Johannes Gutenberg inventó los tipos móviles y la prensa, y desarrolló así la técnica de impresión que ahora se utiliza en el mundo entero. Desde entonces, las artes gráficas han experimentado un crecimiento espectacular y pasado de la sencilla impresión de texto en papel a la de texto y otros originales artísticos en papel y otros materiales (soportes). En el siglo XX, el envasado de toda clase de artículos de consumo ha dado un nuevo y espectacular impulso a la imprenta. Los trabajos de impresión, envasado y publicación, junto con los de revestimiento y plastificado, muy próximos a los anteriores, forman parte de toda clase de productos y procesos cotidianos utilizados en el hogar, el tiempo libre y el trabajo.

El arte de colocar palabras e imágenes sobre papel u otros soportes evoluciona en direcciones que nadie hubiera pensado hace unos años. Se ha creado un amplio abanico de técnicas, que van desde las formas de impresión más antiguas y tradicionales a las más vanguardistas, que se valen de ordenadores y métodos relacionados con éstos. El campo de las artes gráficas lo abarca todo, desde la antigua técnica de los tipos de plomo montados en prensa plana hasta las modernas rotativas basadas en el principio de impresión directa a plancha (véase la Figura 85.1). En algunas empresas, tecnologías tan dispares como éstas conviven literalmente una junto a otra.

Hay cuatro técnicas básicas de impresión con las que se asocian numerosos riesgos para la seguridad, la salud y el medio ambiente.

1. *Tipografía o impresión con formas en relieve.* Esta técnica, utilizada durante muchos años en las artes gráficas, se basa en la confección de imágenes, por lo común letras o figuras, elevadas en relación con un fondo o área que no se imprime. La tinta se aplica a las partes elevadas, que a continuación se ponen en contacto con el papel o el soporte que vaya a recibir la imagen.

Hay varias formas de crear la imagen en relieve, como la composición letra por letra empleando tipos móviles, con

Figura 85.1 • Operaciones finales del proceso de impresión; el material impreso que sale de la rotativa se corta y se le da la forma del producto definitivo.



Características generales

Las industrias gráficas, de la fotografía comercial y de la duplicación son importantes en todo el mundo por motivos económicos. Las industrias gráficas presentan muchas variaciones, tanto por las técnicas que utilizan como en dimensiones. Pero, con independencia de su tamaño (medido en volumen de producción), las técnicas descritas en este capítulo son las más comunes. En cuanto a la producción, existen unas pocas plantas que trabajan a gran escala y muchas pequeñas. Desde el punto de vista económico, las industrias gráficas constituyen uno de los sectores más importantes, y facturan anualmente no menos de 500.000 millones de dólares de EE.UU. en todo el mundo. También es variado el sector de la fotografía comercial, con unas pocas empresas de gran volumen de producción y numerosos laboratorios pequeños. El volumen de trabajos de acabado fotográfico se reparte aproximadamente a partes iguales entre las grandes compañías y las pequeñas. El mercado de la fotografía comercial genera unos ingresos anuales de aproximadamente 60.000 millones de dólares de EE.UU. en todo el mundo, y los trabajos de acabado fotográfico suponen alrededor del 40 % de este total. El sector de la duplicación, formado por empresas de menor volumen con una facturación anual acumulada de unos 27.000 millones de dólares de EE.UU., produce casi 2 billones de copias anuales. Además, existen servicios de reproducción y duplicación a menor escala en casi todas las organizaciones y empresas.

En estos sectores, los riesgos relacionados con la salud, el medio ambiente y la seguridad están evolucionando gracias a la entrada de materiales potencialmente menos peligrosos, las nuevas estrategias industriales de control sanitario y la implantación de nuevas técnicas, como las digitales, la formación electrónica de imágenes y el trabajo con ordenadores. Muchos riesgos sanitarios que han sido importantes históricamente (como el uso de disolventes en las industrias gráficas o de formaldehído como estabilizador en las soluciones de procesamiento de fotografías) dejarán de serlo en el futuro gracias a su sustitución por materiales menos peligrosos o a la implantación de nuevas estrategias de control de riesgos. No obstante, surgirán nuevos riesgos para la salud, el medio ambiente y la seguridad que deberán afrontar los profesionales de la salud y la seguridad. De ello resulta la importancia de la vigilancia de la salud y el medio ambiente como parte de una estrategia eficaz de gestión de riesgos en los sectores de las artes gráficas, la fotografía comercial y la reproducción.

David Richardson

la máquina llamada linotipia, antes de uso común, o con texto formado por procedimientos mecánicos. Estas técnicas son adecuadas para trabajos de impresión sencillos y breves. Para los más voluminosos se prefieren las planchas de impresión de metal, plástico o caucho. La impresión con planchas de caucho o similares suele llamarse flexografía o impresión flexográfica.

Las tintas habitualmente empleadas en estos métodos son al agua o con disolventes; se están investigando y aplicando nuevas tintas que secan por endurecimiento a la luz ultravioleta (UV) o por intervención de otros agentes químico-físicos.

2. *Huecogrado.* En las técnicas de huecogrado, la imagen se corta en la superficie de una plancha o un cilindro grabados. La plancha se baña en tinta y el exceso se elimina con una *cuchilla*. A continuación se pone en contacto con el papel o el

soporte de que se trate para transferir la imagen. Es una técnica adecuada para publicaciones de las que se hacen tiradas largas, como periódicos y materiales de envasado.

Suelen utilizarse tintas a base de disolventes, el más común de los cuales es el tolueno. Se están introduciendo con cierto éxito tintas de aceite de soja y agua, aunque no se adaptan a todas las aplicaciones.

3. *Impresión planográfica o litográfica.* Se basa en el empleo de materiales con propiedades diferentes. En la forma que se utilizará para imprimir se crean zonas que aceptan el agua con avidez o que la repelen (de modo que aceptan, por ejemplo, las tintas basadas en disolventes). Las zonas receptoras de tinta llevan la imagen, mientras que las afines al agua corresponden al fondo no impreso. En resumen, la tinta se adhiere sólo a determinadas zonas, y de ahí se transfiere al papel o a otro soporte. En muchos casos, esta última operación se realiza con ayuda de una superficie intermedia llamada *mantilla*, que entra en contacto con el papel. Este proceso de transferencia es la impresión en offset. Este se utiliza en muchas aplicaciones de impresión, publicación y envasado.

Hay que señalar que en la impresión en offset no siempre se parte de planchas litográficas. Dependiendo de las necesidades concretas de producción, la tirada en offset se puede combinar con otros métodos de artes gráficas.

En la impresión planográfica o litográfica suelen utilizarse tintas a base de disolventes (es decir, no acuosas), aunque se están difundiendo con rapidez los preparados sin disolventes.

4. *Serigrafía y permeografía.* La permeografía y la serigrafía se valen de un estarcido montado sobre una pantalla de malla fina. La tinta se aplica a las zonas abiertas de la pantalla y se presiona con una raedera sobre las partes abiertas y el estarcido. De este modo, la tinta atraviesa las partes abiertas y se aplica al soporte situado bajo la malla. La serigrafía se utiliza mucho en trabajos sencillos y tiradas cortas, circunstancias en las que puede resultar más económica que otros métodos. Son aplicaciones típicas la impresión de tejidos, carteles, materiales de exposición y papeles pintados.

En serigrafía se utilizan tintas a base de disolventes o de agua; la elección depende sobre todo del soporte impreso. Como la cobertura serigráfica suele ser más gruesa de lo normal, las tintas son también más viscosas que en otras técnicas de impresión.

Preparación antes de la entrada en prensa

En este apartado se abordan las operaciones de montaje de los distintos materiales —textos, fotografías, arte, ilustraciones y dibujos— que han de reproducirse en el producto impreso. Todos ellos deben estar completamente acabados, pues una vez confeccionadas las planchas de impresión no es posible cambiar nada. La única forma de corregir errores es repetir la operación. En este trabajo se aplican una serie de principios de artes gráficas que garantizan la estética del producto impreso.

Generalmente, este apartado de la impresión se considera menos peligroso que otros para la salud y la seguridad. La confección de la maqueta o arte final puede exigir un esfuerzo físico considerable; además, existen riesgos para la salud derivados del trabajo con pigmentos, adhesivos de caucho y en aerosol y otros materiales. Buena parte de este trabajo se realiza ahora con ordenadores y se analiza también en el artículo “Artes aplicadas” del capítulo *Actividades artísticas, culturales y recreativas*. Los riesgos potenciales del trabajo con pantallas y ordenadores se tratan en otros lugares de esta *Enciclopedia*. El uso de puestos de trabajo bien diseñados desde el punto de vista ergonómico mitiga estos peligros.

Confección de planchas

Las planchas o cilindros de impresión característicos de las técnicas de imprenta actuales se confeccionan con cámaras fotográficas u ordenadores. Normalmente, el primer paso es la obtención de una imagen fotográfica con la que después se prepara la plancha utilizando métodos fotomecánicos. Durante este proceso, se separan los colores y se definen ciertos aspectos que determinan la calidad de la imagen impresa, como la trama. Las cámaras utilizadas en fotomecánica son aparatos mucho más perfeccionados que los equipos comunes de aficionado. La preparación de las planchas exige una nitidez excepcional, una correcta separación de los colores y un registro perfecto. El ordenador ha eliminado buena parte de las operaciones manuales de montaje y revelado de la imagen.

Los riesgos potenciales propios de este aspecto de las industrias gráficas son similares a los normales en el sector de la fotografía, y se analizan en otros artículos de este mismo capítulo. Durante la confección de las planchas es importante controlar la posible exposición a compuestos químicos.

Una vez creada la imagen, se aplican técnicas fotomecánicas para preparar la plancha de impresión. Dichas técnicas pueden agruparse como sigue:

Métodos manuales. Para formar el relieve de la plancha se pueden utilizar instrumentos manuales, buriles y gubias, y crayones para crear zonas repelentes del agua si se trata de una piedra litográfica (estas técnicas suelen aplicarse a producciones a pequeña escala y trabajos de artes gráficas especiales).

Métodos mecánicos. El relieve se trabaja con tornos, máquinas rayadoras y aparatos similares; también hay máquinas especiales para formar zonas repelentes del agua en planchas litográficas.

Métodos electromecánicos. Sirven para depositar metales en planchas y cilindros.

Métodos electrónicos. Los equipos grabadores electrónicos forman relieves en planchas y cilindros.

Métodos electrostáticos. Se emplean técnicas xerográficas o similares para formar en planchas y cilindros elementos de imagen en relieve o repelentes del agua.

Métodos fotomecánicos. Pueden transferirse a la plancha o el cilindro imágenes fotográficas aplicando revestimientos sensibles a la luz.

La confección fotomecánica de planchas es la técnica más utilizada en la actualidad. En muchos casos, la plancha o el cilindro se tratan con dos o más métodos.

Por la variedad de métodos empleados, la confección de planchas tiene numerosas repercusiones sobre la salud y la seguridad. Los métodos mecánicos, menos utilizados ahora que en el pasado, daban lugar a los problemas de seguridad propios del trabajo mecánico: riesgos asociados con el uso de herramientas manuales y con la maquinaria voluminosa del taller. Los riesgos vinculados con la seguridad y protección de las manos son típicos de la confección de planchas con métodos mecánicos. En esta clase de trabajo se utilizan con frecuencia aceites y limpiadores que pueden ser inflamables o tóxicos.

En muchos talleres siguen utilizándose métodos antiguos junto con equipos más modernos, y los riesgos pueden aumentar. Cuando se trabaja con formas de tipos móviles, se utiliza una linotipia, antes muy común en casi todos los talleres. Esta máquina elabora las letras con plomo, que se mantiene fundido en un crisol, de modo que entran directamente en el taller muchos de los peligros propios de este metal. El plomo, del que se habla en otros lugares de la presente *Enciclopedia*, puede penetrar en el organismo por inhalación de sus compuestos y al entrar en contacto con la piel puede conducir involuntariamente a la ingestión. La consecuencia posible es una intoxicación

crónica de baja intensidad por plomo, que ocasiona disfunciones nerviosas y renales y otros signos de toxicidad.

Otros métodos de confección de planchas recurren a los compuestos químicos de chapado y mordido para formar la imagen en la plancha o el cilindro. Para ello se utilizan diversos compuestos, como ácidos y metales pesados (zinc, cromo, cobre y aluminio), así como sistemas orgánicos a base de resinas que forman algunas de las capas superficiales de la plancha. Ahora, hay sistemas que emplean disolventes de petróleo para el tratamiento químico de las planchas. Al planificar la seguridad de las instalaciones, hay que tener en cuenta los riesgos potenciales asociados a estos compuestos. Son muy importantes la ventilación y el equipo de protección personal frente a productos químicos. Además, hay que tener en cuenta los posibles efectos sobre el medio ambiente de los compuestos corrosivos y los metales pesados al organizar la seguridad de los aspectos químicos de la preparación de planchas. El almacenamiento y la mezcla de estos productos químicos también da lugar a riesgos para la salud, que pueden ser considerables en caso de vertido accidental.

Los mordientes que se utilizan en ocasiones para transferir la imagen a la plancha o el cilindro también pueden ser peligrosos. Los sistemas de grabado habituales generan cierta contaminación metálica que puede afectar a quienes los emplean. Los métodos más modernos se basan en un rayo láser que graba la imagen en la plancha. Aunque así se eliminan algunas de las etapas de la confección de planchas, el rayo láser puede ser peligroso para los ojos y la piel. Otros equipos utilizan el láser para ablandar materiales, como los plásticos, en lugar de calentarlos hasta evaporación, lo que provoca en el lugar de trabajo complicaciones derivadas de los vapores y los humos.

En casi todos los casos, la confección de planchas es sólo una parte relativamente pequeña del conjunto de operaciones de producción del taller de artes gráficas; esto limita automáticamente el riesgo, pues en la zona de preparación de planchas trabaja poca gente y se utilizan cantidades pequeñas de materiales. A medida que avanza la técnica se va reduciendo el número de fases necesarias para transportar la imagen a la plancha, lo que a su vez limita las probabilidades de que se produzcan riesgos que afecten a los empleados o al medio ambiente.

Fabricación de tintas

Las tintas y revestimientos utilizados dependen de la técnica de impresión. Normalmente, las tintas están compuestas por un vehículo y los pigmentos o tintes y resinas que formarán la imagen.

El vehículo mantiene en disolución los pigmentos y demás componentes hasta que la tinta se seca. Son vehículos típicos de las tintas de imprenta los alcoholes, los ésteres (acetatos), las cetonas y el agua. Las empleadas en huecograbado suelen contener proporciones elevadas de tolueno. Ciertas formulaciones más modernas contienen aceite de soja epoxidizado y otros productos no volátiles, que son menos peligrosos. Un componente típico de la tinta es el ligante de resina, que sirve para adherir los pigmentos al soporte una vez seca. Se emplean habitualmente resinas orgánicas sintéticas o naturales, como las acrílicas.

Los pigmentos aportan el color, y se preparan con productos químicos muy variados, entre los que se encuentran metales pesados y compuestos orgánicos.

Las tintas que endurecen a la luz UV se elaboran con acrilatos y no contienen vehículo. No siguen un proceso de endurecimiento y secado. Normalmente, están formadas por una resina y un pigmento. Los acrilatos son sensibilizantes potenciales de la piel y el aparato respiratorio.

Son muchos los riesgos para la salud derivados de la fabricación de tintas. Como en su elaboración intervienen disolventes inflamables, es importante la protección contra incendios en todas las instalaciones de producción. Debe haber rociadores y extintores en perfecto estado de funcionamiento. Los cursos de formación son imprescindibles, pues los empleados tienen que conocer el manejo de estos equipos. Las instalaciones eléctricas deben ser intrínsecamente seguras o bien someterse a pruebas de purga o explosión. El control de la electricidad estática es vital, porque muchos disolventes generan cargas eléctricas cuando circulan por mangueras de plástico o en contacto con el aire. La reducción de la humedad, las tomas de tierra y las conexiones de masa son medidas muy recomendables para controlarla.

Los equipos mezcladores, desde los pequeños hasta los grandes tanques de producción por lotes, presentan muchos riesgos mecánicos. Las cuchillas y mecanismos de mezcla deben protegerse de algún modo durante el funcionamiento y en las fases de preparación y limpieza. Los protectores de máquinas son necesarios y deben estar montados en el lugar correspondiente; cuando se retiren para operaciones de mantenimiento, es imprescindible seguir programas de desbloqueo e identificación.

Debido a las cantidades presentes, la manipulación de materiales también puede plantear riesgos. Aunque es recomendable conducir directamente todos los productos a la zona de manipulación mediante tuberías, muchos componentes deben transportarse manualmente al punto de mezcla en bolsas, tambores y otros recipientes. Esto obliga no sólo a utilizar carretillas elevadoras, grúas y otros equipos mecánicos, sino también a que los empleados encargados de mezclar los productos los manipulen directamente. En estos trabajos son comunes los dolores de espalda y tensiones similares. La enseñanza de unas prácticas de levantamiento correctas constituye un aspecto importante del programa de prevención, así como la elección de métodos mecánicos de elevación que exijan menos intervención humana directa.

Esta clase de manipulaciones favorecen los vertidos accidentales y los incidentes de tipo químico. Hay que adoptar medidas para afrontar estas situaciones de emergencia. Asimismo, hay que cuidar el almacenamiento para evitar los vertidos y la mezcla accidental de compuestos incompatibles.

Por su naturaleza y por las grandes cantidades almacenadas, la exposición de los empleados a los compuestos químicos puede ser motivo de preocupación. Todos los componentes, tanto el vehículo como las resinas y pigmentos, deben evaluarse individualmente y en la mezcla que constituye la tinta. El programa de seguridad ha de contemplar los siguientes aspectos: evaluación de la higiene industrial y toma de muestras para determinar si los niveles de exposición son aceptables; ventilación adecuada para eliminar los compuestos tóxicos; uso de equipo de protección personal adecuado. Como hay riesgo de vertidos y otras causas de exposición excesiva, deben instalarse equipos de emergencia para primeros auxilios. Son recomendables las duchas de seguridad, las bañeras de ojos, los botiquines de primeros auxilios y la vigilancia médica; si estas medidas se descuidan pueden producirse lesiones de la piel, los ojos, el aparato respiratorio y otros órganos. Las consecuencias van desde la simple dermatitis por contacto de la piel con los disolventes hasta lesiones más duraderas por exposición a pigmentos con metales pesados, como el cromato de plomo, que forman parte de ciertas tintas. El espectro tóxico potencial es amplio, dados los muchos compuestos utilizados en la fabricación de tintas y revestimientos. Con la entrada de nuevas técnicas, como las tintas endurecibles por UV, el riesgo puede desplazarse del derivado de los disolventes habituales a la sensibilización por contacto reiterado con la piel. Hay que esforzarse por conocer a fondo los

riesgos potenciales de los compuestos químicos utilizados en la fabricación de tintas y recubrimientos, y esto es mejor hacerlo antes de la formulación.

Como muchas tintas contienen materiales potencialmente nocivos si llegan al medio ambiente, puede ser necesario implantar controles en el proceso de producción. Asimismo, hay que manipular con cuidado los residuos, los productos de limpieza y los desperdicios, para minimizar el impacto ambiental.

La fuerte presión internacional a favor de la mejora del medio ambiente ha llevado a la introducción de tintas más ecológicas, que utilizan agua como disolvente y resinas y pigmentos menos tóxicos. Estas innovaciones deberían contribuir a reducir los riesgos inherentes a la fabricación de tintas.

Impresión

Para imprimir hay que entintar la plancha y transferir la tinta al soporte. En los métodos offset, la imagen se transfiere desde una plancha montada en un cilindro a otro cilindro intermedio de caucho (mantilla) y desde éste al soporte elegido, que no siempre es papel, aunque sea uno de los más comunes. Muchas etiquetas decorativas se imprimen con técnicas tradicionales en película de poliéster metalizada al vacío. Los laminados plásticos se pueden imprimir en rotativas de bobina continua y cortarse luego para fabricar el envase.

Como en la impresión se utiliza mucho el color, es normal tirar varias capas, que se aplican al sustrato una por una y se dejan secar antes de imprimir la siguiente. Es un trabajo de gran precisión para conservar el registro entre colores, lo que se consigue con numerosas estaciones de impresión y controles muy perfeccionados de la velocidad y la tensión del papel a su paso por la prensa.

Los riesgos propios del manejo de la prensa son similares a los descritos para la fabricación de tinta. El peligro de incendio es crítico. Como en el caso de la producción de tinta, es imprescindible instalar rociadores y otros medios de protección contra el fuego. También en la prensa se pueden instalar otros sistemas, que actúan como controles complementarios, además de los necesarios extintores. Las instalaciones eléctricas han de cumplir las especificaciones de purga, resistencia a la explosión y seguridad intrínseca. También es importante controlar la electricidad estática, sobre todo si se trabaja con disolventes como alcohol isopropílico y rotativas. Además de los líquidos inflamables, que pueden generar cargas estáticas cuando circulan por mangueras de plástico o en contacto con el aire, casi todas las películas plásticas y las bobinas generan también cargas muy considerables al pasar por encima de los cilindros metálicos. Para eliminar estas cargas hay que controlar la humedad e instalar tomas de tierra y conexiones de masa, así como aplicar técnicas de disipación de electricidad estática centradas en las bobinas de alimentación de las rotativas.

La manipulación directa de los equipos de impresión, soportes y tintas es otra fuente de peligro. En cuanto al almacenamiento, valen los comentarios hechos a propósito de la fabricación de tinta. Es recomendable reducir al mínimo la manipulación directa de equipos, soportes de impresión y tintas. Si es imposible, hay que impartir formación específica para los empleados de la sala de impresión.

A los riesgos propios de la sala de impresión se suman los aspectos de seguridad mecánica derivados del funcionamiento de equipos que ejecutan movimientos y giros rápidos y del desplazamiento del soporte de impresión a una velocidad de más de 500 metros por minuto. Hay que instalar sistemas de vigilancia y alarmas para garantizar la seguridad de los trabajadores. Además, son necesarios sistemas de desconexión e identi-

ficación durante las operaciones de reparación y mantenimiento.

Dada la cantidad de máquinas rotativas y la velocidad habitual de muchos trabajos, el ruido suele ser un motivo de preocupación importante, en especial si se trabaja con varias máquinas a la vez, como ocurre en la impresión de periódicos. Si la intensidad sonora no es aceptable, hay que implantar un programa de protección del oído con controles técnicos.

Aunque las tintas suelen secarse al aire en la zona de prensas, es recomendable montar túneles de secado para reducir la exposición a los disolventes volátiles.

Asimismo, ciertas prensas de alta velocidad pueden formar una neblina de tinta. La evaporación de los disolventes y la potencial neblina de tinta presentan un riesgo de inhalación de compuestos que pueden ser tóxicos. Además, la vigilancia sistemática de la impresión, el llenado de depósitos y cubetas, la limpieza de cilindros y volantes y demás tareas afines favorecen el contacto con tintas y disolventes limpiadores.

Como en el caso de la fabricación de tintas, es recomendable poner en marcha un buen programa de muestreo de higiene industrial junto con circuitos de ventilación de capacidad suficiente y equipo de protección personal. En la obligatoria limpieza sistemática de estas prensas, que a veces son enormes, suelen utilizarse disolventes químicos, lo que aumenta el riesgo de contacto con tales productos. Las rutinas de manipulación pueden reducir la exposición, pero no eliminarla por completo, en función del tamaño de la maquinaria de impresión. Como ya se ha señalado, aunque las nuevas tintas y revestimientos constituyen una técnica mejor, siguen planteando riesgos. Así, las tintas endurecibles por UV actúan como sensibilizadores potenciales cuando entran en contacto con la piel y, además, hay riesgo de exposición a radiaciones UV de intensidad peligrosa.

Las emisiones generadas por la impresión y por los disolventes de limpieza, así como los restos de tintas, pueden afectar al medio ambiente. A veces resulta necesario instalar equipos de reducción de la contaminación atmosférica para atrapar y destruir o reciclar los disolventes evaporados de las tintas tras la impresión. Es importante manipular con precaución los residuos generados para minimizar el impacto sobre el medio ambiente. Se recomienda establecer sistemas de manipulación de residuos siempre que haya disolventes y otros componentes reciclables. La investigación está aportando nuevas técnicas que emplean disolventes de limpieza mejores, lo que puede reducir las emisiones y mitigar una posible exposición. Se recomienda estudiar la tecnología de limpieza más moderna para comprobar si hay alternativas a los disolventes, como las soluciones acuosas o basadas en aceites vegetales, que cumplan los requisitos propios de cada trabajo de impresión. No obstante, las soluciones de limpieza al agua que estén contaminadas con tintas a base de disolventes exigen un tratamiento prudente, tanto dentro del taller como para su eliminación.

Acabado

Una vez impreso, el soporte debe someterse casi siempre a operaciones de acabado antes de que esté listo para el uso a que se destine. Algunos materiales se pueden enviar directamente de la prensa a la maquinaria de envasado, donde se da forma al envase y se llena con el contenido correspondiente o donde se aplican adhesivos y etiquetas. En otros casos, el material se somete a numerosas operaciones de corte y guillotinado antes de montar el libro o el material impreso de que se trate.

Los riesgos para la salud y la seguridad propios del acabado son primordialmente de naturaleza mecánica. Como buena parte del acabado consiste en el corte de los materiales, son lesiones típicas los cortes y laceraciones de dedos, manos, muñecas o brazos. La protección es importante, y debe utilizarse

en todos los trabajos. También hay que guardar y tirar con precaución las cuchillas para evitar cortes y laceraciones por descuido. Los equipos de mayor tamaño exigen el mismo grado de atención en materia de protección y formación para evitar accidentes.

En el acabado, los trabajos de manipulación de materiales, tanto los que están sin acabar como los productos finales envasados, adquieren proporciones considerables. Si es posible, se utilizarán carretillas elevadoras, grúas y cintas transportadoras. Cuando sea necesario levantar y manipular directamente los productos, se enseñará a los trabajadores los movimientos correctos.

Una evaluación reciente de este aspecto de las industrias gráficas indica que el cuerpo humano se ve sometido a posibles tensiones ergonómicas. Todas las tareas —corte, clasificación, envasado— deben revisarse para determinar sus posibles repercusiones ergonómicas. Si se detectan defectos de esta clase, puede ser necesario modificar el lugar de trabajo para reducir este posible factor de estrés a una intensidad aceptable. Con frecuencia ayuda cierto grado de automatización, pero en casi todos los trabajos de impresión quedan tareas manuales que pueden ocasionar estrés ergonómico. La rotación de puestos de trabajo alivia el problema.

El futuro de la imprenta

Siempre será necesario el texto impreso sobre un soporte. Pero el futuro de la imprenta se caracterizará por un paso más directo de la información desde el ordenador a la prensa; también cobrará fuerza la impresión electrónica o grabación del texto sobre soportes electromagnéticos o de otro tipo. Aunque los materiales electrónicos sólo se pueden leer con ayuda de otros mecanismos electrónicos, cada vez se trasladarán más textos y obras literarias de los soportes impresos al formato electrónico. Esto reducirá muchos de los riesgos mecánicos y para la salud propios de las industrias gráficas, pero aumentará el número de peligros ergonómicos.

● SERVICIOS DE REPRODUCCION Y DUPLICACION

Robert W. Kilpper

En las oficinas modernas hay varios tipos de máquinas de reproducción, desde la ubicua fotocopidora en seco hasta los equipos especiales, como las reproductoras heliográficas, los fax o las multicopistas, así como otras duplicadoras. En este artículo se agruparán todos estos sistemas en función de la técnica en que se base su funcionamiento. Por su uso generalizado, se prestará mayor atención a las fotocopidoras en seco.

Fotocopidoras e impresoras láser

Procesamiento

Casi todas las fases de la *electrofotografía normal* (xerografía) son análogas a las propias de la fotografía. Durante la exposición, el original impreso o fotográfico que se quiere copiar se ilumina con un flash u otra fuente luminosa intensa; la imagen reflejada se enfoca con ayuda de un objetivo en un fotorreceptor sensible a la luz cargado eléctricamente, que pierde la carga en los puntos en que recibe luz. La distribución de ésta en el receptor es igual que en el original. A continuación, el fotorreceptor se revela poniéndolo en contacto con unas esferas portadoras voluminosas que llevan adheridas diminutas partículas cargadas electrostáticamente; estas esferas reveladoras se dejan caer sobre el receptor o

se transportan hasta él por medios magnéticos. La imagen latente cargada del fotorreceptor se revela cuando el polvo finamente dividido (que se llama tóner o tinta seca) es atraído electrostáticamente para separarlo del revelador; de este modo, sólo queda el polvillo cargado, que forma la imagen en el receptor. Por último, el tóner se transfiere electrostáticamente a un papel corriente y se fija de modo permanente fundiéndolo con calor o con calor y presión. Un mecanismo limpiador retira del fotorreceptor el tóner residual y lo acumula en un depósito recolector. De este modo, el receptor queda listo para el siguiente ciclo de reproducción. Como lo único que toma el papel receptor del revelador es tóner; el mecanismo de transporte que lo condujo hasta la imagen se hace pasar de nuevo por el alojamiento del revelador y se mezcla con tóner nuevo que se introduce en el sistema desde un frasco o un cartucho intercambiable.

Muchas máquinas aplican presión y calor a la imagen de tóner sobre papel durante el proceso de fusión. El calor es generado por un rodillo fusor que entra en contacto con la superficie que lleva el tóner. Según las características del tóner y de los materiales del fusor, parte de aquél puede adherirse a la superficie de éste en lugar de al papel, lo que determina la pérdida de parte de la imagen. Para evitarlo, se aplica a la superficie del rodillo un lubricante, por lo general un líquido de silicona.

En una *impresora láser*, la imagen se convierte primero a formato electrónico, es decir se transforma en un conjunto de puntos diminutos (píxeles) utilizando un escáner; otra opción es crear la imagen directamente en ordenador. La imagen digitalizada se graba en el fotorreceptor de la impresora con un haz de láser. El resto del proceso es básicamente similar al descrito para la xerografía común, y tiene por objeto transferir la imagen del fotorreceptor a un papel u otra superficie.

Algunas fotocopidoras utilizan el llamado *revelado líquido*, que se diferencia del proceso en seco habitual en que el revelador suele ser un vehículo líquido de hidrocarburos en el que se dispersan partículas de tóner muy finas. El revelado y la transferencia suelen ser análogos al método ya descrito, con la sola diferencia de que el revelador se lava sobre el fotorreceptor y la copia húmeda se seca por evaporación del residuo líquido aplicando calor o calor y presión.

Materiales

Los consumibles de fotocopidora son tóners, reveladores, lubricantes de fusor y papel. Aunque no suelen considerarse como tales, los fotorreceptores, el fusor, los rodillos de presión y algunos otros componentes están sometidos a desgaste y deben sustituirse, sobre todo en máquinas con un gran volumen de producción. Estos componentes no suelen considerarse manipulables por el cliente, y su desmontaje y ajuste exigen conocimientos especiales. Muchos modelos recientes incorporan unidades sustituibles por el cliente (CRU) que albergan el fotorreceptor y el revelador en una caja cerrada que sí puede cambiar el cliente. En estas máquinas, los rodillos fusores y demás elementos duran tanto como la propia máquina, o se sustituyen de manera independiente. Siguiendo la tendencia a la reducción de los costes de mantenimiento y una mayor comodidad del cliente, algunas empresas están ampliando los elementos que éste puede reparar sin riesgos mecánicos ni eléctricos; estas operaciones requieren, como máximo, la llamada a un centro de asistencia técnica.

El *tóner* produce la imagen en la copia. El tóner seco es un polvo fino formado por plásticos, colorantes y pequeñas cantidades de aditivos funcionales. Su principal componente suele ser un polímero plástico; son materias primas comunes los polímeros de estireno y acrílicos, de estireno y butadieno y de poliéster. En los tóners negros se añade negro de humo u otros pigmentos, mientras que en los de color se usan tintes o pigmentos. Durante la fabricación del tóner, el negro de humo

o los colorantes y el polímero se funden y mezclan, y casi todo el colorante queda envuelto por el polímero. Los tóner secos contienen también aditivos internos o externos que contribuyen a determinar las características de aceptación de cargas estáticas y de fluidez.

Los tóner de revelado en húmedo se parecen a los secos en que están formados por pigmentos y aditivos encapsulados en un polímero. La diferencia estriba en que estos componentes se adquieren en forma de dispersión en un vehículo de hidrocarburo isoparafínico.

Los *reveladores* suelen ser mezclas de tóner y vehículo. Este transporta literalmente el tóner hasta la superficie del fotorreceptor; suele fabricarse con materiales elaborados a partir de calidades especiales de arena, vidrio, acero o ferrita y pueden revestirse con una pequeña cantidad de polímero para lograr el comportamiento óptimo para cada aplicación. Las mezclas de tóner y vehículo se conocen como reveladores de dos componentes. Los de un solo componente no utilizan vehículo, sino que incorporan óxido de hierro u otro compuesto similar y utilizan un sistema magnético para aplicarlo al fotorreceptor.

Los *lubricantes del fusor* son casi siempre líquidos a base de siliconas que se aplican a los rodillos fusores para evitar que el tóner se separe de la imagen revelada y se pegue a aquéllos. Algunos son simples polidimetilsiloxanos (PDMS), pero otros contienen aditivos funcionales que mejoran la adherencia al rodillo fusor. Otros se vierten en una cubeta donde una bomba los recoge y los conduce hasta el rodillo. En otras máquinas se aplica a éste con una cinta de tejido impregnado que frota su superficie; en ciertos modelos pequeños y en las impresoras, la aplicación se confía a una mecha impregnada de aceite.

Todas o casi todas las fotocopiadoras modernas admiten papel corriente sin tratar de distintos gramajes. Se fabrican impresos especiales sin carbón para algunas máquinas de alta velocidad; también hay papeles de transferencia que no se funden y que se imprimen en una fotocopiadora o una impresora para a continuación transferir la imagen a una camiseta u otro tejido aplicando presión y calor con una plancha. Las copiadoras especiales para dibujos técnicos y planos de arquitectura suelen utilizar papel cebolla traslúcido.

Riesgos potenciales y prevención

Los fabricantes responsables han trabajado mucho para minimizar las fuentes de peligro inherentes a la fotocopia. No obstante, hay que solicitar la ficha de seguridad (MSDS) correspondiente a cada consumible o producto químico de mantenimiento utilizado por una máquina determinada.

Quizá el único material al que se puede producir una exposición sustancial durante la fotocopia sea el *tóner*. Los modernos tóner secos no deberían representar ningún riesgo para la piel o los ojos, salvo quizá en los sujetos más sensibles; además, los equipos más recientes utilizan cartuchos de tóner y CRU que reducen al mínimo el contacto con el polvo. Tampoco los tóner líquidos deberían irritar la piel; sin embargo, su vehículo de hidrocarburos isoparafínicos es un disolvente que puede destruir la grasa dérmica y provocar sequedad y agrietamiento de la piel por exposición repetida. Estos disolventes pueden ser también levemente irritantes para los ojos.

Los equipos bien diseñados no presentan ningún riesgo derivados de la *luz intensa*, ni siquiera si la platina queda iluminada sin estar cubierta por el original; algunos sistemas de iluminación están conectados con una cubierta opaca que evita la exposición del operador a la fuente. Todas las impresoras láser están clasificadas como equipos láser de Clase I, lo que significa que, en condiciones de funcionamiento normales, la *radiación láser* (el haz luminoso) es inaccesible, pues está encerrado dentro del

mecanismo de impresión y no presenta ningún riesgo biológico. Además, este mecanismo láser no requiere mantenimiento y, en el caso muy improbable de que fuese necesario manipularlo, el fabricante dispone de rutinas de trabajo seguras que han de seguir los especialistas debidamente formados del servicio técnico.

Por último, los equipos bien fabricados no presentan bordes agudos, elementos punzantes ni zonas expuestas a un riesgo de descargas eléctricas que el operador pueda tocar con la mano.

Riesgos para la piel y los ojos

Los tóner secos no suponen ningún peligro de importancia para la piel ni los ojos, y cabe esperar idénticas calidades de los *lubricantes del fusor* elaborados con aceites de silicona. Los polidimetilsiloxanos (PDMS) se han sometido a completas evaluaciones toxicológicas y, en general, se ha observado que no son nocivos. Aunque algunos PDMS de baja viscosidad pueden ser irritantes para los ojos, los empleados como lubricantes del fusor no suelen serlo, y tampoco irritan la piel. Con independencia de la irritación real, cualquiera de estos productos resultará molesto si entra en contacto con la piel o los ojos. La zona afectada se puede lavar con agua y jabón, y los ojos deben enjuagarse con agua durante varios minutos.

Quienes trabajan frecuentemente con *tóner líquidos*, en especial en condiciones propensas a las salpicaduras, quizá prefieran llevar gafas protectoras o de seguridad con cierres laterales o una pantalla facial. Los guantes recubiertos de caucho o de vinilo evitarán las complicaciones de sequedad de la piel antes mencionadas.

Los *papeles* también suelen ser benignos. No obstante, se han dado casos de irritación considerable de la piel por no haber adoptado las debidas precauciones durante la fabricación. Unos métodos de producción inadecuados pueden causar la emisión de olores desagradables cuando el papel se calienta al pasar por el fusor en el proceso de copia en seco. En ocasiones, el papel traslúcido defectuosamente manufacturado empleado en copiadoras de dibujos técnicos provoca olores debidos a los disolventes de hidrocarburos.

Además de la base isoparafínica de los tóner líquidos, en el mantenimiento de la máquina se emplean numerosos *disolventes*, entre ellos los limpiadores de la platina y la tapa y los eliminadores de película, que suelen ser alcoholes o soluciones de alcohol y agua con pequeñas cantidades de surfactantes. Estas soluciones son irritantes para los ojos, pero no irritan directamente la piel. Sin embargo, al igual que los dispersantes del tóner líquido, su acción disolvente puede eliminar la grasa dérmica y provocar grietas. Unos guantes recubiertos de caucho o vinilo y unas gafas o una mascarilla de seguridad con protectores laterales bastarán para evitar esas complicaciones.

Riesgo de inhalación

El ozono es el mayor motivo de preocupación en la cercanía de las fotocopiadoras. En la relación de riesgos figura a continuación el tóner, junto con el polvillo de papel y los compuestos orgánicos volátiles (COV). En algunas situaciones se producen también olores desagradables.

El *ozono* se genera sobre todo a consecuencia de las descargas de efecto corona inducidas por los dispositivos (corotrones y descorotrones) que cargan el fotorreceptor antes de la exposición y la limpieza. A partir de cierta concentración, que normalmente sólo provocan las fotocopiadoras, se caracteriza por su olor agradable a trébol cortado. El reducido umbral de olor (0,0076 a 0,036 ppm) permite detectarlo fácilmente antes de que alcance concentraciones nocivas. Cuando alcanza una concentración suficiente para provocar dolor de cabeza, irritación ocular y dificultad respiratoria, el olor se vuelve intenso y

picante. No hay que esperar complicaciones debidas al ozono en máquinas bien mantenidas e instaladas en lugares con ventilación suficiente. Pero sí pueden verse afectados los operadores que trabajen en la corriente de aire que sale de la máquina, sobre todo en largas sesiones de copia. Se ha comprobado que ciertos olores identificados como ozono por operadores inexpertos tienen un origen ajeno a la fotocopiadora.

El *tóner* se ha considerado durante mucho tiempo una sustancia en partículas molesta o una "partícula no clasificada según otro criterio" (PNO). Estudios realizados por Xerox Corporation en el decenio de 1980 indican que el *tóner* inhalado desencadena la respuesta pulmonar normalmente asociada con esta clase de partículas insolubles. También se demostró la ausencia de riesgo carcinogénico por exposición a concentraciones muy superiores a las normales en un medio de oficina.

El *polvillo de papel* está formado por fragmentos de fibras de papel y diversos materiales de carga y relleno, como arcilla, dióxido de titanio y carbonato cálcico. Todos estos materiales se consideran PNO. No se conoce ningún motivo de inquietud derivado de la exposición al polvillo de papel normal en un medio de oficina.

Los COV emitidos por las fotocopiadoras son subproductos presentes en *tóners* y piezas de plástico, en componentes de caucho y en lubricantes orgánicos. Aún así, la exposición a compuestos químicos concretos que puede producirse en las proximidades de una fotocopiadora en funcionamiento se encuentra normalmente varios órdenes de magnitud por debajo de todos los límites laborales de exposición.

Los *olores* emitidos por las fotocopiadoras modernas casi siempre indican una ventilación insuficiente. Los papeles tratados, como los formularios sin carbón o los de transferencia de imagen y, a veces, los traslúcidos utilizados en copadoras de dibujo técnico, pueden emitir olores derivados de los disolventes hidrocarbonados, aunque las exposiciones estarán muy por debajo de los límites de exposición laborales si la ventilación es suficiente para el trabajo de copia normal. Las fotocopiadoras modernas son aparatos electromecánicos complejos algunos de cuyos componentes (fusores) trabajan a temperaturas elevadas. Además de los olores presentes durante el funcionamiento normal pueden formarse olores cuando alguna pieza falla por efecto del calor, y el plástico o el caucho fundido emiten humos. Obviamente, no hay que permanecer cerca de esta clase de emisiones. Son comunes a casi toda las manifestaciones de olores desagradables las quejas de náuseas y cierta irritación de los ojos o las mucosas. Estas quejas suelen ser una mera indicación de la exposición a un olor desconocido y probablemente desagradable, pero no reflejan necesariamente una toxicidad aguda de importancia. En estos casos, el sujeto afectado casi siempre se recuperará rápidamente si se mueve a un lugar bien aireado. Incluso las exposiciones a humos y vapores generados por piezas sobrecalentadas suelen ser tan breves que no causan ninguna inquietud. Aun así, siempre es prudente acudir al médico si los síntomas persisten o se agravan.

Consideraciones sobre la instalación

Como ya se ha dicho, las copadoras emiten calor, ozono y COV. Aunque hay que pedir al fabricante las recomendaciones sobre su ubicación y ventilación y seguirlas, es lógico esperar que para todas las máquinas, salvo quizá las más grandes, una habitación con una circulación de aire razonable (más de dos renovaciones por hora) y espacio alrededor de la máquina suficiente para las operaciones de mantenimiento sean condiciones suficientes para evitar la acumulación de ozono y los olores. Naturalmente, al hacer esta recomendación también se supone que se cumplen todas las propuestas por la Asociación Norteamericana de Técnicos en Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento del

Aire (ASHRAE) para los ocupantes de la sala. Si en un recinto hay varias fotocopiadoras, es preciso asegurarse de que se cumplen las exigencias más estrictas en materia de ventilación y refrigeración. Las máquinas grandes y de gran capacidad de trabajo pueden exigir medidas especiales de control de la temperatura.

El material fungible no requiere precauciones particulares, aparte de las adecuadas para almacenar disolventes especiales y evitar el calor excesivo. El papel debe conservarse en la caja todo el tiempo posible y no abrir el paquete hasta el momento de utilizarlo.

Máquinas de fax

Procesamiento. En la reproducción facsímil, el documento es explorado por una fuente luminosa que forma una imagen que a continuación se convierte a un formato compatible con la comunicación telefónica. En el extremo receptor, un sistema electroóptico descodifica la imagen transmitida y la imprime mediante un proceso térmico directo, térmico de transferencia, xerográfico o de chorro de tinta.

Las máquinas térmicas tienen una matriz de impresión lineal parecida a una tarjeta de circuito impreso sobre la que pasa el papel. A lo ancho de éste hay alrededor de dos centenares de contactos que se calientan rápidamente cuando los activa una corriente eléctrica. En la impresión directa, el contacto caliente forma un punto negro en el papel tratado; en la impresión por transferencia térmica, el contacto calienta una cinta recubierta similar a la de una máquina de escribir que deposita un punto en el papel.

Las máquinas de fax basadas en el proceso xerográfico utilizan la señal transmitida por el teléfono para activar un haz de láser; a partir de ahí funcionan igual que una impresora láser. También los fax de chorro de tinta funcionan como las impresoras de este tipo.

Materiales. Papel tratado o corriente, carretes de cinta, *tóner* y tinta son los principales consumibles de un fax. Los papeles térmicos directos se tratan con tintes leucográficos que pasan de blanco a negro por acción del calor. Las cintas están recubiertas en una de sus caras con una mezcla de negro de humo, cera y una base polimérica; esta mezcla es lo bastante firme para no transferirse a la piel si se frota, pero se adhiere al papel cuando se calienta. De los *tóners* y tintas se ha hablado ya en los apartados dedicados a la fotocopia y la impresión con chorro de tinta.

Riesgos potenciales y prevención. No se han asociado peligros específicos a las máquinas de fax. Algunos de los primeros modelos de impresión térmica directa suscitaron quejas por los olores, pero como tantos otros olores detectados en la oficina, el origen del problema está en el bajo umbral olfativo y, quizá, en una ventilación insuficiente, y no suponen ningún riesgo para la salud. Las máquinas de transferencia térmica suelen funcionar sin olores, y no se ha observado ningún riesgo derivado de los carretes de cinta. Los fax xerográficos plantean los mismos riesgos potenciales que las fotocopiadoras del mismo tipo, aunque su baja velocidad permite descartar prácticamente cualquier motivo de preocupación relacionado con la inhalación.

Heliografía (diaz)

Procesamiento. Actualmente, cuando se habla de heliografía o cianotipia casi siempre se hace referencia a máquinas de procedimiento diazo. Estas copadoras se utilizan sobre todo para reproducir planos o dibujos técnicos de gran formato realizados en película, vitela o papel traslúcido. Los papeles con tratamiento

diazo son ácidos y contienen un copulante que cambia de color al reaccionar con el compuesto diazo; al mismo tiempo, la acidez del papel inhibe la reacción. El original se pone en contacto con el papel tratado y se expone a una luz ultravioleta (UV) intensa procedente de una lámpara fluorescente o de vapor de mercurio. La luz rompe el enlace diazo en las zonas del papel de copia no protegidas de la exposición por la imagen original, y evita que reaccione con el copulante. Después se retira el original y se expone la copia a una atmósfera de amoníaco. La alcalinidad de éste neutraliza la acidez del papel y permite que la reacción de cambio de color entre diazo y copulante produzca una imagen en las zonas protegidas de la radiación UV por el original.

Materiales. Además del papel tratado, los únicos materiales utilizados en el proceso heliográfico son agua y amoníaco.

Riesgos potenciales y prevención. Obviamente, el motivo de preocupación en el trabajo con copiadoras heliográficas es la exposición al amoníaco, que puede provocar irritación de los ojos y las mucosas. Las máquinas modernas disponen de un control de emisiones y, por tanto, la exposición suele ser muy inferior a 10 ppm. Ahora bien, los modelos más antiguos pueden exigir intervenciones de mantenimiento cuidadosas y frecuentes, y quizá la extracción de los gases expulsados del local. Hay que tener cuidado al reparar la máquina para evitar las salpicaduras y el contacto con los ojos. Deben observarse las recomendaciones del fabricante sobre el uso de equipo de protección. También hay que ser consciente de que un papel mal fabricado puede causar reacciones dérmicas.

Duplicadores digitales y multicopistas

Procesamiento. Los duplicadores y las multicopistas comparten el mismo principio básico de funcionamiento, que consiste en “quemar” o “cortar” un cliché que a continuación se monta en un tambor entintado desde el cual la tinta pasa a través de aquél al papel receptor.

Materiales. Estas máquinas consumen clichés, tinta y papel. En el duplicador digital, la imagen explorada se graba digitalmente en un cliché de mylar, mientras que el cliché de papel de multicopista es atacado por una corriente eléctrica. Otra diferencia estriba en que las tintas del duplicador digital son de base acuosa, aunque contienen cierta cantidad de disolvente de petróleo, mientras que la base de las utilizadas en multicopistas es un destilado de naftaleno o una mezcla de glicol-éter y alcohol.

Riesgos potenciales y prevención. Los principales riesgos asociados con duplicadores digitales y multicopistas se derivan de las tintas, pero también existe cierto riesgo potencial de exposición a vapores de cera durante la grabación de la imagen en el duplicador digital, y al ozono durante la confección de los clichés de multicopista. En ambos casos, las tintas pueden irritar los ojos y la piel, aunque la de multicopista tiene, por su mayor contenido en destilados de petróleo, un potencial mayor de inducir dermatitis. El uso de guantes protectores para manipular las tintas y una ventilación adecuada durante el trabajo son suficientes para proteger la piel y evitar los riesgos de inhalación.

Copiadoras al alcohol

Procesado. Las copiadoras al alcohol utilizan un cliché de imagen inversa recubierto de un pigmento soluble en alcohol. Durante el tratamiento, se aplica al papel de copia una capa delgada de un líquido copiador a base de metanol que extrae una pequeña cantidad de pigmento al entrar en contacto con el cliché

y de este modo transfiere la imagen al papel. Las copias pueden desprender metanol durante algún tiempo después de la duplicación.

Materiales. Los principales consumibles de estas máquinas son papel, clichés y líquido de copia.

Riesgos potenciales y prevención. Los líquidos para copiar al alcohol suelen tener como base el metanol y, por tanto, son tóxicos por absorción a través de la piel, por inhalación y por ingestión; también son inflamables. La ventilación debe ser suficiente para que la exposición del operador no rebase los límites laborales vigentes, y ha de existir una zona de secado ventilada. Algunos líquidos de copia modernos utilizan una base de alcohol etílico o de propilenglicol, con lo que se evitan los peligros de intoxicación e inflamación propios del metanol. Hay que seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto al uso de equipo protector para manipular todos los líquidos copiadores.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD Y PAUTAS PATOLOGICAS

Barry R. Friedlander

Interpretar los datos sobre salud humana en los sectores de la imprenta, el revelado comercial de fotografías y la reproducción no es tarea fácil, pues los procesos son complejos y evolucionan continuamente, a veces de forma espectacular. Aunque la automatización ha reducido sustancialmente las exposiciones ocasionadas por el trabajo manual en las versiones modernas de estas tres disciplinas, el volumen de trabajo por empleado ha aumentado de manera considerable. Además, la exposición dérmica, que constituye una importante vía de exposición en los tres sectores, no está bien caracterizada por los datos sobre higiene industrial conocidos. La documentación sobre casos de efectos menos graves y reversibles (cefaleas e irritación nasal y ocular, por ejemplo) es incompleta y tiene una presencia inferior a la real en la literatura publicada. A pesar de estas dificultades y limitaciones, los estudios epidemiológicos, las encuestas sobre salud y los informes de casos aportan una cantidad considerable de información sobre el estado de salud de los trabajadores.

Industrias gráficas

Agentes y exposiciones

Actualmente, hay cinco categorías de procesos de impresión: flexografía, huecograbado, tipografía, litografía y serigrafía. El tipo de exposición propio de cada proceso depende de las tintas de impresión utilizadas y de la probabilidad de inhalación (neblinas, vapores de disolventes, etc.) y de contacto con la piel durante las operaciones de limpieza. Hay que señalar que las tintas están formadas por pigmentos orgánicos o inorgánicos, vehículos grasos o disolventes y aditivos añadidos para atender aplicaciones de impresión especiales. En la Tabla 85.1 se indican algunas características de los distintos procesos de impresión.

Mortalidad y riesgos crónicos

Hay varios estudios epidemiológicos y documentación de casos sobre las industrias gráficas. Las caracterizaciones de la exposición no están bien cuantificadas en la literatura más antigua. No obstante, se ha documentado la presencia de partículas de negro de humo de tamaño inhalable con hidrocarburos aromáticos policíclicos (benzo(a)pireno) potencialmente cancerígenos enlazados a su superficie en las salas de rotativas tipográficas de los

Tabla 85.1 • Exposiciones potenciales en las industrias gráficas.

Proceso	Tipo de tinta	Disolvente	Exposiciones potenciales
Flexografía y huecograbado	Tintas líquidas (baja viscosidad)	Volátiles agua	Disolventes orgánicos: xileno, benceno
Tipografía y litografía	Tintas compactas (viscosidad elevada)	Aceites: vegetales minerales	Neblina de tinta: disolventes hidrocarburos; isopropanol; hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)
Serigrafía	Tintas semifluidas	Volátiles	Disolventes orgánicos: xileno, ciclohexanona, acetato de butilo

periódicos. En estudios realizados con animales se ha observado que el benzo(a)pireno está fuertemente enlazado a la superficie de las partículas de negro de humo y no se libera fácilmente al pulmón ni a otros tejidos. Esta ausencia de "biodisponibilidad" hace más difícil determinar si el riesgo de cáncer es real. Varios estudios epidemiológicos con cohortes (es decir, grupos seguidos a lo largo del tiempo), pero no todos, han detectado indicios de tasas más altas de cáncer de pulmón entre los impresores (Tabla 85.2). En el curso de una evaluación pormenorizada de más de 100 casos de cáncer de pulmón y 300 controles (estudio de caso-control) realizada sobre un grupo de más de 9.000 trabajadores del sector de las artes gráficas de Manchester, Inglaterra (Leon, Thomas y Hutchings 1994), se observó que la duración del trabajo en una sala de prensas guardaba relación con la aparición de cáncer de pulmón en trabajadores de rotativas tipográficas. Como no se conocen los hábitos de consumo de tabaco de los trabajadores, se ignora la influencia directa del tipo de trabajo en el estudio. No obstante, los resultados sugieren que el trabajo con rotativas tipográficas puede haber presentado cierto riesgo de cáncer de pulmón hace algunos decenios. Dado que la rotativa tipográfica y otras técnicas antiguas todavía subsisten en ciertos lugares del mundo, es posible que aún se puedan hacer evaluaciones preventivas e instaurar los controles necesarios.

Otro grupo de trabajadores muy estudiado ha sido el de los litógrafos. Actualmente, la exposición a disolventes orgánicos (trementina, tolueno, etc.), pigmentos, tintes, hidroquinonas, cromatos y cianatos se ha reducido considerablemente gracias a la introducción del ordenador, la automatización de los procesos y el cambio de materiales. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha llegado recientemente a la conclusión de que la exposición profesional a los procesos de impresión posiblemente sea cancerígena para el hombre (IARC 1996). Al mismo tiempo, es importante señalar que la conclusión del IARC se basa en exposiciones históricas que, en la mayor parte de los casos, han cambiado mucho. Estudios sobre melanomas malignos sugieren un riesgo aproximadamente doble al esperado (Dubrow 1986). Aunque algunos autores postulan que el contacto de la piel con hidroquinona podría estar relacionado con el melanoma (Nielson, Henriksen y Olsen 1996), la hipótesis no se ha confirmado en una planta de producción de este compuesto con un grado de exposición considerable (Pifer y cols. 1995). Con todo, hay que favorecer las prácticas que minimizan el contacto de la piel con los disolventes, en particular durante la limpieza de las planchas.

Fotografía

Exposición y agentes

El revelado de películas o papeles en blanco y negro o en color puede realizarse manualmente o con máquinas automatizadas de producción a gran escala. El tipo de proceso, los compuestos químicos utilizados, las condiciones de trabajo (ventilación, higiene y equipo de protección personal) y la carga de trabajo afectan a los tipos de exposición y los riesgos sanitarios potenciales del medio ambiente de trabajo. Los puestos de trabajo (es decir, las tareas relacionadas con el procesamiento) que presentan un potencial mayor de exposición a compuestos químicos importantes, como formaldehído, amoníaco, hidroquinona, ácido acético y reveladores para color, se recogen en la Tabla 85.3. La Figura 85.2 ilustra el diagrama de trabajo típico de la manipulación y el revelado de material fotográfico.

En algunos equipos de gran capacidad de producción recientemente diseñados se han combinado y automatizado algunas de las fases del diagrama de trabajo, con lo que se ha reducido la

Tabla 85.2 • Estudios con cohortes sobre el riesgo de mortalidad en el sector de la imprenta.

Población estudiada	Número de trabajadores	Riesgo de mortalidad* (I.C. 95%)				
		Período de seguimiento	País	Todas las causas	Todos los cánceres	Cáncer de pulmón
Prensistas de periódico	1.361	(1949-65) - 1978	EE.UU.	1,0 (0,8-1,0)	1,0 (0,8-1,2)	1,5 (0,9-2,3)
Prensistas de periódico	700	(1940-55) - 1975	Italia	1,1 (0,9-1,2)	1,2 (0,9-1,6)	1,5 (0,8-2,5)
Tipógrafos	1.309	1961-1984	EE.UU.	0,7 (0,7-0,8)	0,8 (0,7-1,0)	0,9 (0,6-1,2)
Impresores (NGA)	4.702	(1943-63) - 1983	Reino Unido	0,8 (0,7-0,8)	0,7 (0,6-0,8)	0,6 (0,5-0,7)
Impresores (NATSOPA)	4.530	(1943-63) - 1983	Reino Unido	0,9 (0,9-1,0)	1,0 (0,9-1,1)	0,9 (0,8-1,1)
Huecograbado	1.020	(1925-85) - 1986	Suecia	1,0 (0,9-1,2)	1,4 (1,0-1,9)	1,4 (0,7-2,5)
Impresores de cartónajes	2.050	(1957-88) - 1988	EE.UU.	1,0 (0,9-1,2)	0,6 (0,3-0,9)	0,5 (0,2-1,2)

* Tasas de mortalidad normalizadas (TMN) = número de muertes observadas dividido por el número de muertes esperadas ajustado al efecto de la edad durante el período de tiempo de que se trate. Una TMN de 1 indica que no hay diferencia entre los valores observados y esperados. Nota: las TMN se dan con intervalos de confianza del 95 %.

NGA = National Graphical Association, Reino Unido

NATSOPA = National Society of Operative Printers, Graphical and Media Personnel, Reino Unido.

Fuentes: Paganini-Hill y cols. 1980; Bertazzi y Zocchetti 1980; Michaels, Zoloth y Stern 1991; Leon 1994; Svensson y cols. 1990; Sinks y cols. 1992.

Tabla 85.3 • Operaciones de los laboratorios fotográficos con potencial de exposición química.

Zona de trabajo	Tareas con exposición potencial
Preparación de productos químicos	Mezcla de productos en solución. Limpieza del equipo. Mantenimiento de la zona de trabajo.
Laboratorio de análisis	Manipulación de muestras. Análisis y regeneración de soluciones. Evaluación del control de calidad.
Revelado de películas y papeles	Procesamiento de películas y papeles con reveladores, endurecedores y blanqueadores.
Retirada de películas y papeles	Retirada de películas y copias reveladas para secarlas.

probabilidad de inhalación y contacto con la piel. El formaldehído, un compuesto utilizado durante décadas como estabilizador de la imagen en color, se utiliza en concentraciones cada vez menores en los materiales fotográficos. Según el tipo de proceso y las condiciones del medio ambiente, su concentración en el aire puede oscilar entre valores indetectables en la zona de respiración del operador y aproximadamente 0,2 ppm como máximo en las toberas de salida de los ventiladores de la máquina. También pueden producirse exposiciones durante la limpieza del equipo, al preparar o recargar líquido estabilizador, al vaciar productos de procesamiento y cuando se producen vertidos.

Hay que señalar que, aunque la exposición a productos químicos ha concentrado casi todo el interés de los estudios de higiene en el procesamiento fotográfico, también deben ser objeto de una prevención sanitaria otros aspectos del medio laboral, como la luz débil, la manipulación de materiales o la postura en el puesto de trabajo.

Riesgo de mortalidad

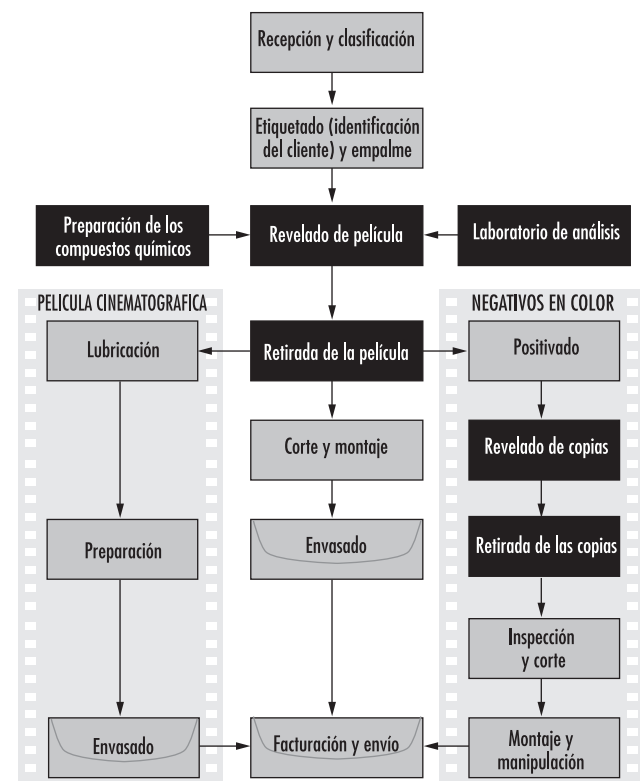
El único estudio publicado de vigilancia de la mortalidad entre trabajadores del sector fotográfico sugiere que esta profesión no aumenta el riesgo de muerte (Friedlander, Hearne y Newman 1982). El estudio se llevó a cabo en nueve laboratorios de revelado de Estados Unidos y se actualizó para cubrir 15 años de seguimiento (Pifer 1995). Hay que señalar que se trata de un estudio sobre más de 2.000 empleados que trabajaban activamente a principios de 1964 y más del 70 % de los cuales llevaban al menos 15 años ejerciendo su profesión. El grupo se siguió durante 31 años, hasta 1994. Muchas fuentes de exposición importantes al principio de su vida profesional, como tetracloruro de carbono, n-butilamina e isopropilamina, dejaron de utilizarse en los laboratorios hace más de treinta años. No obstante, muchas de las fuentes de exposición clave de los laboratorios modernos (ácido acético, formaldehído y dióxido de azufre) también se utilizaban hace varios decenios, aunque en concentraciones mucho más elevadas. Durante los 31 años de seguimiento, la tasa de mortalidad normalizada (TMN) fue sólo del 78 % de la esperada (TMN 0,78), correspondiente a 677 trabajadores fallecidos en una población de 2.061. No aumentó de forma significativa ninguna causa concreta de muerte. Los 464 empleados que trabajaban en puestos de revelado también presentaron tasas de mortalidad reducidas en comparación tanto con la población general (TMN 0,73) como con los trabajadores por horas (TMN 0,83), y no se observó ningún aumento significativo de ninguna causa de muerte. Sobre la base de los datos

epidemiológicos conocidos, no parece que el revelado fotográfico presente mayor riesgo de mortalidad, ni siquiera con las mayores concentraciones de exposición probables en los decenios de 1950 y 1960.

Enfermedades pulmonares

Se han publicado muy pocos estudios sobre afecciones pulmonares entre los trabajadores de laboratorios fotográficos. Dos artículos (Kipen y Lerman 1986; Hodgson y Parkinson 1986) describen un total de cuatro respuestas pulmonares potenciales a la exposición en laboratorios de revelado; sin embargo, ninguno de los dos aporta datos cuantitativos de exposición medioambiental para evaluar las observaciones pulmonares medidas. En la única investigación epidemiológica realizada sobre este sector (Friedlander, Hearne y Newman 1982) no se observó ningún aumento del absentismo debido a enfermedades pulmonares crónicas; ahora bien, el estudio exigía una baja por enfermedad de ocho días consecutivos. Parece que los síntomas respiratorios pueden agravarse o iniciarse en individuos sensibles a causa de la exposición a concentraciones elevadas de ácido acético, dióxido de azufre y otros agentes utilizados en el revelado fotográfico si la ventilación está mal controlada o si se producen errores durante la mezcla que provoquen la emisión de concentraciones elevadas de tales compuestos. A pesar de todo, en esta profesión, sólo raras veces se han documentado casos de afecciones pulmonares vinculadas al trabajo (Hodgson y Parkinson 1986).

Figura 85.2 • Esquema de las operaciones de procesamiento de materiales fotográficos.



■ Zona de revelado: exposición potencial a compuestos fotoquímicos.

□ Zona de no revelado: potencial mínimo de exposición a productos químicos.

Fuente: adaptado de Friedlander, Hearne y Newton 1982.

Efectos agudos y subcrónicos

Se han documentado casos de dermatitis irritativa de contacto y alérgica en trabajadores de laboratorios fotográficos durante varias décadas, desde que empezaron a utilizarse productos de revelado en color a finales del decenio de 1930. Muchos de los casos se producían en los primeros meses de exposición del trabajador. El uso de guantes protectores y la mejora de las técnicas de manipulación han reducido sustancialmente las dermatitis en el laboratorio fotográfico. Las salpicaduras de ciertos compuestos fotoquímicos constituyen un riesgo de lesión corneal. La enseñanza de métodos de lavado de ojos (aclarado durante al menos 15 minutos con agua fría seguido de atención médica) y el empleo de gafas protectoras son especialmente importantes para estos trabajadores, muchos de los cuales operan en medios aislados y muy poco iluminados.

Todavía existe cierta preocupación por los aspectos ergonómicos del trabajo con equipos de revelado fotográfico rápidos de gran volumen de producción. El montaje y desmontaje de grandes bobinas de papel fotográfico puede causar afecciones de espalda, hombros y cuello. Las bobinas pesan entre 13,6 y 22,7 kg y pueden ser difíciles de manipular, aunque ello depende en parte del acceso a la máquina, instalada a veces en un espacio muy reducido.

Evitan lesiones y tensiones la correcta formación del personal, la previsión de accesos suficientes a las bobinas y la consideración del factor humano en el diseño general del laboratorio.

Prevención y métodos de detección precoz de los efectos

La protección contra la dermatitis, la irritación respiratoria, las lesiones agudas y los trastornos ergonómicos empieza con la aceptación de que estos desórdenes se pueden producir. La prevención mejora mucho con una adecuada información a los trabajadores (etiquetas, fichas de datos sobre seguridad de los materiales, equipo de protección y programas de formación en materia de protección sanitaria), revisiones periódicas de salud y seguridad en el medio de trabajo y supervisión informada. Facilita asimismo la identificación precoz de afecciones la creación de una unidad médica a la que puedan informar los trabajadores, junto con evaluaciones voluntarias periódicas centradas en la sintomatología respiratoria y de las extremidades superiores mediante cuestionarios y observación directa de las zonas de piel expuestas para detectar posibles signos de dermatitis profesional.

Como el formaldehído es un sensibilizador respiratorio potencial, un poderoso irritante y un posible cancerígeno, es importante evaluar todos los lugares de trabajo para determinar si se utiliza este compuesto (inventario químico y estudio de las fichas técnicas de los materiales), analizar la concentración en el aire (si está indicado por los materiales utilizados), detectar puntos en los que puedan producirse fugas o vertidos y estimar la cantidad que podría escapar y la concentración generada en el peor de los casos. Hay que elaborar un plan de emergencia, anunciarlo de forma bien visible, comunicarlo y practicarlo con regularidad. Para elaborarlo, es preciso consultar con un especialista en salud y seguridad.

Copia**Agente y exposiciones**

Las fotocopiadoras modernas emiten intensidades muy bajas de radiación ultravioleta a través de la platina, producen algo de ruido y pueden emitir concentraciones bajas de ozono durante el funcionamiento. Utilizan un tóner compuesto primordialmente por negro de humo (para máquinas en blanco y negro) y que forma una imagen oscura sobre papel o película transparente. Por tanto, las exposiciones potenciales crónicas de interés sanitario que afectan a los operadores de fotocopiadoras son: la

radiación ultravioleta, el ruido, el ozono y, quizá, el tóner. En las máquinas más antiguas, el tóner podía ser causa de preocupación durante el cambio, pero los modelos más modernos con cartuchos cerrados han reducido drásticamente la exposición potencial respiratoria y dérmica.

El grado de exposición a la radiación ultravioleta que atraviesa la platina de vidrio de la máquina es muy baja. La duración del destello luminoso es de aproximadamente 250 microsegundos, y en funcionamiento continuo la frecuencia puede ser de unos 4.200 destellos por hora, aunque este valor depende del modelo de copiadora. Con la platina de vidrio en su sitio, el espectro emitido oscila entre aproximadamente 380 y 396 nm. Normalmente, la fuente luminosa de las fotocopiadoras no emite UVB. La radiación UVA máxima registrada en la platina es de aproximadamente 1,65 microjulios/cm² por destello. Por tanto, la exposición máxima durante 8 horas en la región UV del espectro causada por una fotocopiadora en régimen de trabajo ininterrumpido que produzca alrededor de 33.000 copias al día es de unos 0,05 julios/cm² en la superficie de la platina. Este valor es sólo una fracción del valor límite umbral recomendado por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH), y no parece presentar ningún riesgo sanitario mensurable, ni siquiera en condiciones de exposición tan exageradas como las que acaban de describirse.

Hay que señalar que algunos trabajadores pueden presentar un riesgo de exposición UV más elevado, como los que padecen hipersensibilidad luminosa, los tratados con medicamentos fotosensibilizadores y los afectados por trastornos pupilares (afaquia). Normalmente se aconseja a quienes se encuentran en alguna de estas situaciones que reduzcan al mínimo la exposición a la radiación UV como medida general de precaución.

Efectos agudos. La literatura no recoge muchos efectos agudos claramente relacionados con la fotocopia. Las máquinas antiguas y mal mantenidas pueden emitir concentraciones detectables de ozono si se utilizan en lugares poco ventilados. Aunque se han documentado síntomas de irritación de las vías respiratorias altas entre empleados que trabajaban en medios con estas características, el cumplimiento de las especificaciones mínimas del fabricante en cuanto a espacio y ventilación, junto con el uso de copiadoras más modernas, ha eliminado en lo esencial la preocupación por las emisiones de ozono.

Riesgos de mortalidad. No se han encontrado estudios en los que se examine el riesgo de mortalidad o de enfermedades crónicas derivado del trabajo prolongado con fotocopiadoras.

Prevención y detección precoz

Basta seguir las recomendaciones del fabricante para que el uso de las fotocopiadoras quede exento de riesgos en el lugar de trabajo. Quienes experimenten un agravamiento de alguna sintomatología a causa de un uso intenso de máquinas fotocopiadoras deben pedir asesoramiento en materia de salud y seguridad.

DESCRIPCION GENERAL DE RIESGOS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Daniel R. English

Principales riesgos para el medio ambiente**Disolventes**

Se utilizan disolventes en varias aplicaciones de las industrias gráficas, principalmente para limpiar prensas y otros aparatos,

disolver los agentes de las tintas y como aditivos en soluciones de alimentación. Además de la preocupación general por las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), los disolventes tienen ciertos componentes que pueden persistir en el medio o que presentan una elevada capacidad de destrucción del ozono.

Plata

Durante el revelado de fotografías en blanco y negro y en color se libera plata de algunas soluciones de tratamiento. Es importante conocer el potencial tóxico de este metal para el medio ambiente con el fin de manipular y eliminar correctamente dichas soluciones. Aunque el ion plata libre es muy tóxico para la vida acuática, su toxicidad es muy inferior cuando adquiere la forma compleja propia de los efluentes del revelado fotográfico. El cloruro, el tiosulfato y el sulfuro de plata, que son las formas en que la plata suele presentarse en las soluciones de revelado, tienen una toxicidad inferior en más de cuatro órdenes de magnitud al nitrato de plata. La plata tiene mucha afinidad por la materia orgánica, el fango, la arcilla y otros componentes propios de los medios naturales, lo que atenúa su impacto potencial sobre los sistemas acuícolas. Dada la concentración extremadamente baja en que el ion plata libre se presenta en los efluentes de revelado fotográfico y en las aguas naturales, la tecnología de complejación de este metal es suficientemente protectora para el medio.

Otros efluentes característicos del revelado fotográfico

La composición de los efluentes fotográficos varía en función de cada proceso: blanco y negro, diapositivas en color, negativos y positivos en color o alguna combinación de éstos. El agua representa del 90 al 99 % del volumen de los efluentes; el resto está formado en su mayor parte por sales inorgánicas que actúan como tampones y agentes fijadores (solubilizantes de los haluros de plata), quelatos de hierro, como la etilén diamina férrica del ácido tetracético, y moléculas orgánicas que actúan como reveladores y antioxidantes. Los metales más importantes son el hierro y la plata.

Residuos sólidos

En todas las actividades de las industrias gráficas, fotográficas y de copia se generan residuos sólidos, como envases de cartón y plástico, cartuchos de tóner y otros consumibles o restos varios, como papeles o películas estropeados. La mayor presión que ahora se ejerce sobre la producción industrial de residuos sólidos ha llevado al sector a estudiar con interés la posibilidad de limitarla por medio de la reducción, la reutilización y el reciclaje.

Equipos

El equipo tiene una influencia obvia en el impacto medioambiental de los procesos de impresión, fotografía y copia. Además, está aumentando el interés por otros aspectos del equipamiento. Un ejemplo es la eficacia energética, que repercute en el impacto ambiental de la producción de energía. Otro es la legislación sobre aceptación de devoluciones, que obliga a los fabricantes a hacerse cargo de los equipos para eliminarlos correctamente cuando lleguen al final de su vida útil comercial.

Técnicas de control

La eficacia de una determinada metodología de control puede depender en buena medida de los procesos aplicados en un centro, de sus dimensiones y del nivel de control necesario.

Técnicas de control de disolventes

Hay varias formas de reducir el consumo de disolventes. Los componentes más volátiles, como el alcohol isopropílico, pueden sustituirse por compuestos con menor presión de vapor. En

ciertos casos, las tintas y los baños de lavado basados en disolventes pueden sustituirse por otros de base acuosa. Es necesario mejorar muchas de las opciones acuosas para ciertas aplicaciones a fin de que puedan competir eficazmente con los materiales basados en disolventes. También la tecnología de tintas ricas en sólidos puede contribuir a reducir el consumo de disolventes orgánicos.

Es posible disminuir las emisiones de disolventes bajando la temperatura de las soluciones de humectación o alimentación. En ciertas aplicaciones, los disolventes pueden capturarse con carbono activo u otros materiales adsorbentes y reutilizarse. En otros casos, el margen de actuación es demasiado estrecho y los disolventes atrapados no se pueden reutilizar directamente, sino que deben recogerse y reciclarse en otro lugar. Las emisiones de disolventes se pueden capturar en condensadores, que consisten en intercambiadores de calor seguidos de un filtro o un precipitador electrostático. El líquido condensado atraviesa un separador aceite-agua antes de ser eliminado.

En plantas muy grandes pueden utilizarse incineradores (llamados a veces postquemadores) para destruir los disolventes emitidos. Puede utilizarse platino u otro metal precioso para catalizar el proceso térmico. Los sistemas no catalizados operan a temperaturas más altas, pero en contrapartida no son sensibles a los fenómenos de inactivación del catalizador. Para rentabilizar los sistemas no catalizados suele ser necesaria la recuperación térmica.

Técnicas de recuperación de plata

La eficacia de la recuperación de plata a partir de los efluentes fotográficos depende de la economía de la recuperación y la legislación sobre vertidos. Las principales técnicas de recuperación son electrolisis, precipitación, sustitución de metales e intercambio iónico.

En la recuperación electrolítica se hace pasar una corriente eléctrica por la solución de plata para provocar la deposición del metal en el cátodo, que suele ser una barra de acero inoxidable. Las escamas de plata se recuperan flexionando, triturando o rascando el electrodo; el metal se refina y se reutiliza. Los intentos de reducir la concentración residual de plata muy por debajo de 200 mg/l son ineficaces y provocan la formación de sulfuro de plata no deseado o de subproductos sulfurados nocivos. Las cubas de fondo compacto pueden reducir más la concentración de plata, pero son más complejas y caras que las de electrodos bidimensionales.

La plata puede recuperarse de una solución mediante precipitación con algún compuesto que forme una sal argéntea insoluble. Los agentes precipitadores más comunes son la trimercaptotriazina trisódica (TMT) y diversos sulfuros. En el último caso, hay que tener cuidado para evitar la producción de sulfuro de hidrógeno, que es muy tóxico. La TMT es una opción intrínsecamente más segura que se ha introducido hace poco tiempo en la industria del revelado fotográfico. La precipitación produce una eficacia de recuperación superior al 99 %.

En los cartuchos de sustitución de metales (MRC), la solución cargada de plata circula sobre un depósito de hierro metálico filamentosos. El ion plata se reduce a plata metálica al tiempo que el hierro se oxida a configuraciones iónicas solubles. Los fangos de plata metálica se acumulan en el fondo del cartucho. Los MRC no son adecuados en zonas en que los efluentes de hierro constituyan un riesgo. El método tiene una eficacia de recuperación superior al 95 %.

En las técnicas de intercambio de ion, los complejos aniónicos de tiosulfato de plata se intercambian con otros aniones sobre un sustrato de resina. Una vez agotada la capacidad de esta matriz, se regenera extrayendo la planta con una solución concentrada de tiosulfato o convirtiendo la plata a disulfuro de plata en

medio ácido. En condiciones bien controladas, esta técnica puede reducir la concentración de plata a menos de 1 mg/l, pero sólo puede utilizarse con soluciones de plata y tiosulfato diluidas. En efecto, la columna es extremadamente sensible a la separación de la plata si la concentración de tiosulfato a la entrada es excesiva. Por otra parte, la técnica exige mucho trabajo e instrumental y en la práctica resulta cara.

Otras técnicas de control de efluentes fotográficos

El método de tratamiento de efluentes fotográficos más rentable es el biológico en una planta secundaria de tratamiento de residuos (estas plantas suelen denominarse instalaciones de tratamiento de propiedad pública, ITPU). Varios componentes o variables de los efluentes fotográficos pueden estar regulados por las licencias de vertidos al alcantarillado. Además de la plata, suelen estar regulado el pH, la demanda biológica de oxígeno y los sólidos totales en disolución. Numerosos estudios han demostrado que los residuos fotográficos (incluidas pequeñas cantidades de plata residuales tras una recuperación razonable del metal) sometidos a tratamiento biológico no tienen un efecto perjudicial sobre las aguas receptoras.

Se han aplicado otras técnicas al tratamiento de los residuos fotográficos. En algunas regiones del mundo acaban en incineradoras, hornos de cementera o vertederos definitivos. Hay laboratorios que reducen el volumen de solución mediante evaporación o destilación antes de transportarla. Los efluentes fotográficos se han sometido también a otras técnicas de oxidación, como ozonización, electrolisis, oxidación química y oxidación en aire húmedo.

Otra fuente importante de limitación de la carga para el medio ambiente es la reducción en origen. La cantidad de plata por metro cuadrado que se aplica a los materiales sensibles disminuye cada vez que se lanza al mercado una nueva generación de dichos materiales. Al disminuir la cantidad de plata en los medios, se reduce también la cantidad de compuestos químicos necesarios para procesar una superficie determinada de película o papel. La regeneración y reutilización de soluciones no agotadas ha aliviado asimismo la carga medioambiental por imagen. Así, la cantidad de revelador de color necesaria para tratar un metro cuadrado de papel era en 1996 un 20 % inferior a la necesaria en 1980.

Minimización de residuos sólidos

El interés por reducir al mínimo los residuos sólidos estimula el reciclaje y la reutilización de los materiales como alternativa a su eliminación en vertederos. Hay programas de reciclaje de cartuchos de tóner, chasis de película, cámaras de usar y tirar, etc. También crece el reciclaje y la reutilización de los envases. Cada vez son más los componentes de envases y equipos identificados con el fin de mejorar la eficacia de los programas de reciclaje de materiales.

Diseño para el medio ambiente basado en el análisis del ciclo vital

Todos los aspectos que acaban de tratarse contribuyen a que se preste más atención a la totalidad del ciclo vital de un producto, desde la obtención de las materias primas hasta la solución de los problemas derivados de la conclusión de su vida útil. Se están utilizando dos instrumentos analíticos afines —el análisis del ciclo vital y el diseño para el medio ambiente— con el fin de considerar los posibles perjuicios para el medio ambiente durante las fases de toma de decisiones del diseño, el desarrollo y la venta del producto. El análisis del ciclo vital tiene en cuenta todos los insumos y flujos de materiales que necesita un producto o un proceso, y trata de cuantificar el impacto medioambiental de las distintas opciones. El diseño para el medio ambiente considera

diversos aspectos del diseño, como el potencial de reciclaje y reutilización, para minimizar el impacto sobre el medio de la producción o la eliminación del equipo de que se trate.

LABORATORIOS FOTOGRAFICOS COMERCIALES

David Richardson

Materiales y procesos

Revelado en blanco y negro

En el revelado fotográfico en blanco y negro, la película o el papel expuestos *se sacan*, en el laboratorio, de un recipiente opaco y se sumergen secuencialmente en soluciones acuosas de revelador, paro y fijador. Por último, la película o el papel se lavan con agua, se secan y quedan en condiciones de uso. El revelador reduce los haluros de plata expuestos a plata metálica. El baño de paro es una solución ácida débil que neutraliza el revelador alcalino y detiene la reducción de los haluros de plata. El baño fijador forma un complejo soluble con los haluros de plata sin exponer, que se extraen de la emulsión durante el lavado junto con diversas sales, tampones e iones de haluros solubles en agua.

Revelado en color

El revelado en color es más complejo, y casi todas las películas, transparencias y papeles requieren más pasos de tratamiento. A diferencia de los materiales en blanco y negro, que tienen una sola capa de haluros de plata, los materiales en color tienen tres superpuestas, de manera que se forma un negativo de plata por cada una de las tres capas sensibles. Cuando entran en contacto con el revelador, los haluros de plata expuestos se convierten en plata metálica, al tiempo que el revelador oxidado reacciona con un copulante específico de cada una de las capas y forma los pigmentos que componen la imagen.

Otra diferencia estriba en el uso de un baño blanqueador para eliminar la plata metálica innecesaria de la emulsión transformándola en haluros por medio de un agente oxidante. A continuación, los haluros se convierten en un complejo de plata soluble, que se elimina lavando, igual que en blanco y negro. Este procedimiento general de revelado en color presenta algunas diferencias según se trate de diapositivas o de negativos y copias en papel.

Diseño general del revelado

El revelado consiste esencialmente en el paso de la película o el papel expuesto por una serie de soluciones, sea a mano o utilizando máquinas procesadoras. Aunque los métodos presenten variaciones individuales, todos se asemejan por sus características generales y el equipo utilizado. Así, siempre debe haber una zona de almacenamiento de productos químicos y materias primas, y medios para manipular y clasificar el material fotográfico expuesto recibido. También son necesarios medios e instrumentos para medir, pesar y mezclar productos químicos y para alimentar con estas soluciones los tanques de procesado. Además, para conducir las soluciones a los tanques se emplean diversos mecanismos de bombeo y medida. Los laboratorios profesionales suelen utilizar equipos grandes y muy automatizados para revelar las películas y los papeles. Con el fin de obtener resultados uniformes, en estos equipos se controla la temperatura y, en la mayor parte de los casos, los baños se regeneran con compuestos químicos nuevos a medida que se va tratando el material sensible.

Los grandes centros de revelado suelen disponer de laboratorios de control de calidad que realizan determinaciones

químicas y miden la calidad fotográfica de la producción. Aunque el empleo de fórmulas químicas ya envasadas evita la necesidad de medir y pesar y de mantener los laboratorios de control, muchas grandes empresas de revelado prefieren elaborar sus propias soluciones a partir de productos químicos adquiridos a granel.

Después de revelar y secar los materiales, algunos reciben lacas y otros recubrimientos protectores o se someten a intervenciones de limpieza. Por último, los materiales se inspeccionan, envasan y preparan para su entrega al cliente.

Riesgos potenciales y prevención

Peligros propios del cuarto oscuro

Los riesgos potenciales propios del revelado comercial de fotografías son similares a los de otros trabajos con productos químicos, pero presentan la peculiaridad única de que ciertas partes del proceso se llevan a cabo en la oscuridad. Por tanto, el operador tiene que conocer muy bien el equipo y los riesgos potenciales, así como las medidas que ha de adoptar en caso de accidente. Hay luces de seguridad y gafas infrarrojas que emiten iluminación suficiente para la seguridad del operador. Todos los elementos mecánicos y las partes eléctricas activas deben estar encerrados, y las piezas salientes de la maquinaria han de estar cubiertas. Deben instalarse escotillas de seguridad que impidan la entrada de luz al tiempo que permiten la libre circulación del personal.

Peligros para la piel y los ojos

Como los proveedores y los métodos de envasado y mezcla de compuestos químicos de revelado son tan diversos, sólo es posible hacer algunas generalizaciones sobre los peligros químicos que presentan. Se manipulan varios ácidos fuertes y productos cáusticos, sobre todo en las zonas de almacenamiento y mezcla. Muchos compuestos de procesado son irritantes para la piel y los ojos y, en algunos casos, provocan quemaduras por contacto directo. El riesgo sanitario más frecuente en los laboratorios de procesamiento fotográfico es la dermatitis de contacto, causada casi siempre por contacto de la piel con soluciones reveladoras alcalinas. La dermatitis puede deberse también a la irritación provocada por soluciones alcalinas o ácidas o, en algunos casos, a alergia dérmica.

Los reveladores de color son soluciones acuosas que normalmente contienen derivados de la *p*-fenilendiamina, mientras que los compuestos para blanco y negro suelen contener *p*-metil-aminofenolsulfato (también llamado metol o agente revelador KODAK ELON) o hidroquinona, o las dos cosas. Los reveladores de color son sensibilizadores de la piel más potentes e irritantes que los de blanco y negro y también pueden inducir reacciones liquenoides. Además, algunas soluciones de procesamiento contienen otros sensibilizadores dérmicos, como formaldehído, sulfato de hidroxilamina y dicloruro de S-[2-(dimetilamino)-etil-isotiuronio]. La alergia es más probable tras un contacto reiterado y prolongado con los compuestos de procesado. Quienes padecen afecciones o irritación de la piel suelen ser más sensibles a los efectos de estos productos.

Evitar el contacto con la piel es un objetivo importante en las zonas de revelado fotográfico. Se recomienda utilizar guantes de neopreno para reducirlo, sobre todo en las zonas de mezcla, donde se encuentran las soluciones más concentradas. Si el contacto con los productos fotoquímicos no va a ser prolongado, pueden emplearse guantes de nitrilo de grosor suficiente para evitar rasgaduras y fugas; estos últimos han de inspeccionarse y limpiarse con frecuencia, a ser posible lavando meticulosamente las caras externa e interna con un limpiador de manos no alcalino. Es particularmente importante proporcionar al personal de mantenimiento guantes de protección durante las operaciones

de reparación o limpieza de los depósitos y soportes, pues estos elementos pueden estar cubiertos de depósitos químicos. Las cremas protectoras no sirven para este cometido, ya que no son impermeables a todos los productos fotoquímicos y pueden contaminar las soluciones. En el cuarto oscuro hay que llevar un mandil protector o una bata de laboratorio, y la ropa de trabajo ha de lavarse con frecuencia. La ropa de protección reutilizable debe inspeccionarse después de cada uso para ver si presenta signos de pérdida de la impermeabilidad o degradación y sustituirla cuando sea necesario. También hay que usar gafas y pantallas faciales de protección, especialmente en las zonas donde se manipulan compuestos fotoquímicos.

En caso de contacto de estos compuestos con la piel, la zona afectada debe lavarse rápidamente con agua abundante. Como los reveladores y otros compuestos son alcalinos, el lavado con productos no alcalinos (pH 5,0 a 5,5) reduce el riesgo de dermatitis. Hay que cambiarse en seguida la ropa contaminada con productos químicos y lavar inmediatamente las prendas que hayan recibido vertidos o salpicaduras. Es muy importante que las zonas de mezcla y procesado estén dotadas de instalaciones de lavado de manos y de ojos. También son necesarias duchas de emergencia.

Riesgos por inhalación

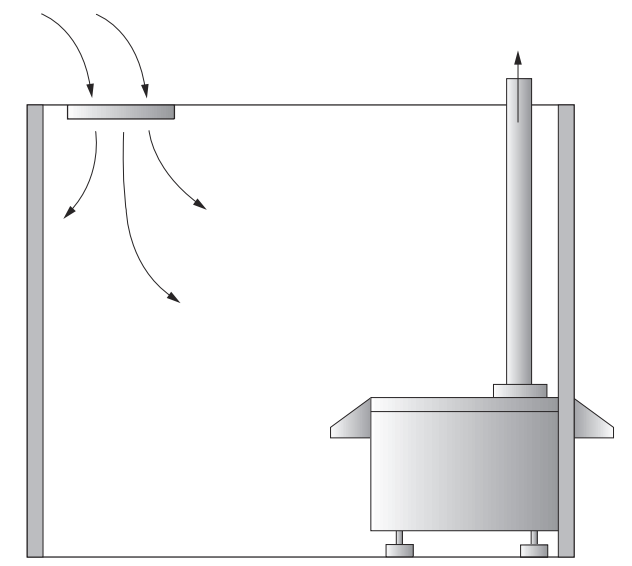
Además de los riesgos potenciales para la piel y los ojos, los gases o vapores emitidos por algunas soluciones fotográficas presentan riesgo por inhalación y emiten olores desagradables, sobre todo en espacios poco ventilados. Ciertas soluciones de revelado en color pueden liberar vapores como ácido acético, trietanolamina y alcohol bencílico, o gases como amoníaco, formaldehído o dióxido de azufre. Estos gases o vapores pueden ser irritantes para las vías respiratorias y los ojos y, en algunos casos, provocar otros efectos secundarios sobre la salud. El potencial patológico de los vapores depende de su concentración y suele observarse sólo a niveles que sobrepasan los límites de exposición profesional. No obstante, debido a la amplia variación individual de sensibilidad, ciertas personas —que padecen afecciones como el asma, por ejemplo— pueden sufrir consecuencias por exposición a concentraciones inferiores a dichos límites.

Algunos compuestos fotoquímicos se detectan por el olor gracias a su bajo umbral olfativo. Aunque el hecho de que un compuesto pueda olerse no significa necesariamente peligro para la salud, los olores fuertes o cuya intensidad va en aumento pueden indicar que la ventilación es insuficiente y debe revisarse.

Una ventilación adecuada para laboratorios fotográficos incluye la dilución general del aire y su extracción del local para renovarlo a un ritmo horario suficiente. Una buena ventilación presenta la ventaja añadida de que crea un ambiente de trabajo más agradable. La magnitud de la ventilación depende de las condiciones de la sala, del producto que se procese, del proceso utilizado y de los compuestos de procesado. Hay que consultar con un especialista en ventilación para garantizar el funcionamiento óptimo de los sistemas de renovación y expulsión de aire de la sala. El procesamiento a alta temperatura y la agitación de las soluciones mediante burbujeo de nitrógeno puede acelerar la liberación de determinados compuestos a la atmósfera. La velocidad del proceso, las temperaturas de las soluciones y la agitación de éstas deben ajustarse al mínimo posible para reducir la liberación potencial de gases y vapores desde los tanques de tratamiento.

Una ventilación general de la sala con valores de, por ejemplo, 4,25 m³/min de entrada y 4,8 m³/min de salida (equivalentes a 10 renovaciones del aire por hora en una sala de 3 × 3 × 3 metros), con una tasa mínima de renovación de 0,15 m³/min por m² de superficie de suelo, suele ser la adecuada

Figura 85.3 • Ventilación en tanque cerrado.



para trabajos de revelado básicos. Un caudal mayor de salida que de entrada provoca una presión negativa y reduce las probabilidades de que los vapores pasen a las zonas contiguas. El aire de escape debe enviarse fuera del edificio, para no redistribuir en su interior los contaminantes potenciales. Si las cubetas de revelado están cerradas y disponen de salida de gases (véase la Figura 85.3), probablemente podrán reducirse los caudales mínimos de entrada y salida de aire.

Ciertas operaciones (como el virado, la limpieza de películas, la mezcla de productos y las técnicas de revelado especiales) pueden exigir mayor caudal de ventilación o el uso de protecciones respiratorias. La extracción del local es importante, porque reduce la concentración de contaminantes atmosféricos que, de otro modo, pondría de nuevo en circulación el sistema general de ventilación por dilución.

En algunos tanques se puede instalar un sistema de ventilación de ranura lateral que extrae los vapores que se forman en la

Figura 85.4 • Extracción en tanque mezclador de productos químicos con cierre parcial.

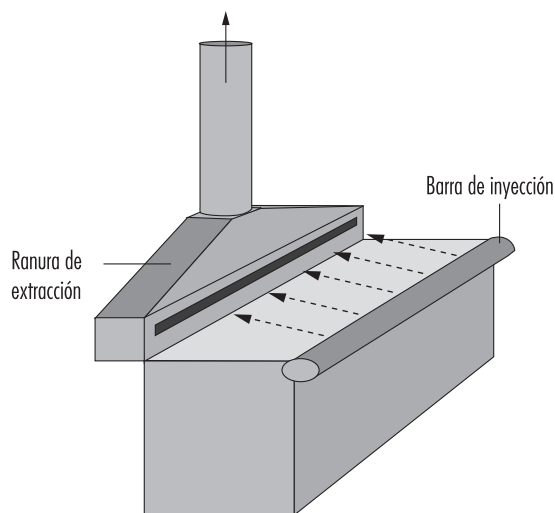
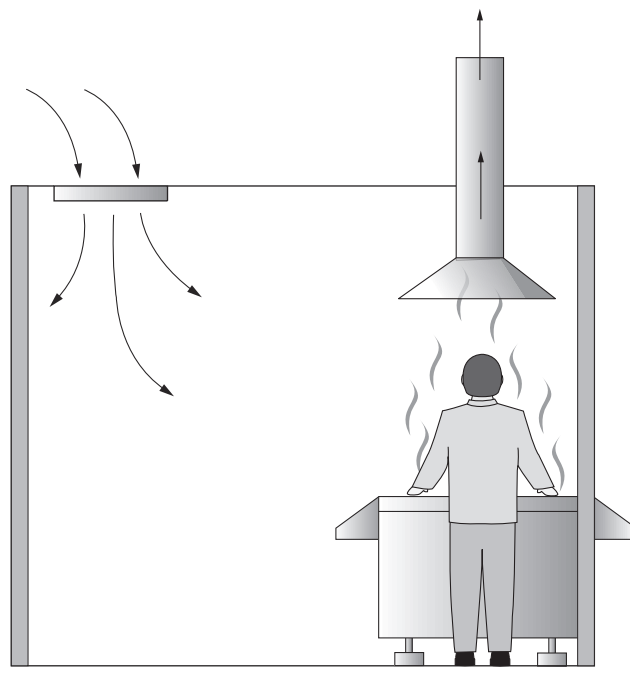


Figura 85.5 • Campana de extracción de tiro ascendente (no recomendable).



superficie del líquido. Si se diseñan y utilizan correctamente, estos sistemas barren el tanque con una corriente de aire limpio que retira el contaminado de la zona de respiración del operador y de la superficie del tanque. Los sistemas más eficaces son los laterales de inyección y extracción (véase la Figura 85.4). Los sistemas de extracción de campana (véase la Figura 85.5) no son recomendables, porque en muchos casos el operador debe inclinarse sobre el tanque y bajo la campana; en esta posición, el propio extractor atrae los gases contaminantes hacia la zona de inhalación.

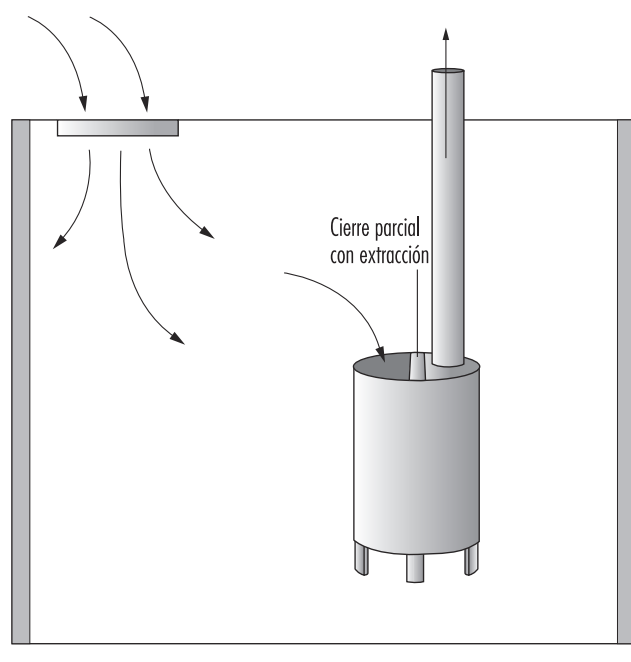
Sobre los tanques de mezcla se puede montar una tapa parcial provista de extractor de aire y conectada a la parte estacionaria para completar la ventilación general del laboratorio en las zonas de mezcla. Conviene utilizar tapas completas (herméticas o flotantes) para evitar la liberación de contaminantes atmosféricos potenciales desde la zona de almacenamiento y desde otros tanques. Puede conectarse un tubo de salida flexible a las tapas de los tanques para facilitar la eliminación de los compuestos volátiles (véase la Figura 85.6). Siempre que sea posible hay que usar mezcladores automáticos, que reciben todos los ingredientes de los productos mixtos y los combinan y preparan, y reducen la exposición potencial del operador.

Al mezclar productos secos, hay que vaciar los recipientes con suavidad para limitar al mínimo la dispersión de polvillo en el aire. Mesas, bancos de trabajo y estanterías deben limpiarse frecuentemente con un paño húmedo para evitar la acumulación y la incorporación al aire de residuos químicos en polvo.

Diseño de las instalaciones

Las superficies expuestas a contaminación deben construirse de manera que se pueda lavar con agua. Hay que instalar sumideros en los suelos, sobre todo en las zonas de almacenamiento, mezcla y procesamiento. Como siempre que existe riesgo de fugas o vertidos, hay que adoptar medidas preventivas para contener, neutralizar y eliminar correctamente los productos. Los suelos de las zonas que puedan mojarse deben cubrirse con cinta o pintura

Figura 85.6 • Tanque de mezcla de productos químicos con cierre parcial.



antideslizantes para mejorar la seguridad. También hay que prestar atención al riesgo de descargas eléctricas. Los circuitos eléctricos situados en el agua o cerca de ella deben estar protegidos con interruptores diferenciales y tomas de tierra adecuadas.

Como norma, los compuestos fotoquímicos deben almacenarse en un lugar fresco (a temperaturas no inferiores a 4,4 °C), seco (humedad relativa comprendida entre el 35 y el 50 %) y bien ventilado, donde puedan inventariarse y manipularse con comodidad. Hay que adoptar un sistema de inventario químico activo para que las cantidades de compuestos peligrosos almacenadas sean las mínimas y no se conserve ninguno después de la fecha de caducidad. Todos los recipientes deben estar correctamente etiquetados.

Los productos químicos deben almacenarse de modo que se reduzca al mínimo la probabilidad de que los envases se rompan durante las operaciones de almacenamiento y recuperación. Los envases no deben colocarse en lugares de los que puedan caerse, por encima de la altura de los ojos ni de forma que haya que alargar los brazos para alcanzarlos. Los productos más peligrosos se colocarán a poca altura y sobre una base firme para evitar roturas y salpicaduras en la piel y los ojos. Los que mezclados accidentalmente puedan provocar incendios, explosiones o vapores tóxicos deben guardarse separados. Así, los ácidos fuertes y las bases fuertes, los reductores y los oxidantes y los compuestos orgánicos han de conservarse en almacenes distintos.

Los líquidos inflamables y los combustibles se guardarán en recipientes y cabinas de almacenamiento homologados. Las zonas de almacenamiento se mantendrán frescas y se prohibirá fumar, manipular aparatos de llama abierta, calentadores y cualquier otra cosa que pueda iniciar una combustión accidental. Durante las operaciones de trasvase, los recipientes deben estar correctamente conectados a masa y a tierra. El diseño y la

gestión de las zonas de almacenamiento y manipulación de materiales inflamables y combustibles deberán cumplir los reglamentos vigentes de prevención de incendios y sobre instalaciones eléctricas.

Siempre que sea posible, los disolventes y líquidos se dispensarán con ayuda de bombas medidoras en lugar de vertiéndolos. Se prohibirá pipetear soluciones concentradas y cebar sifones con la boca. El uso de preparados previamente pesados o medidos simplifica el trabajo y reduce las oportunidades de accidente. Hay que mantener meticulosamente todas las bombas y conducciones para evitar fugas.

En las zonas de procesado fotográfico se mantendrá siempre la buena higiene personal. Nunca se colocarán compuestos químicos en recipientes de comida o bebida, y viceversa; sólo se utilizarán recipientes especiales para productos químicos. Jamás se llevará comida o bebida a las zonas en que se trabaja con productos químicos, que no se guardarán nunca en refrigeradores destinados a alimentos. Después de manipular productos químicos hay que lavarse las manos escrupulosamente, sobre todo antes de comer o beber.

Formación y enseñanza

Todo el personal, incluido el de mantenimiento, debe recibir formación en las rutinas de seguridad relevantes para su puesto de trabajo. Es esencial adoptar un programa educativo para todo el personal con el fin de fomentar unas prácticas laborales seguras y evitar accidentes. Dicho programa debería impartirse a los nuevos contratados antes de que empiecen a trabajar, a intervalos regulares a partir de este momento y siempre que en el lugar de trabajo se incorporen elementos que supongan nuevos riesgos potenciales.

Resumen

La clave para trabajar con seguridad con productos fotoquímicos es conocer el peligro potencial de exposición y reducir el riesgo a un nivel aceptable. Las estrategias de control de riesgos profesionales potenciales en el laboratorio fotográfico deben incluir los elementos siguientes:

- formación del personal en materia de riesgos potenciales y procedimientos de seguridad en el lugar de trabajo;
- estímulo entre el personal de la lectura y comprensión de los medios de información sobre riesgos (fichas técnicas de seguridad y etiquetas, por ejemplo);
- mantenimiento de la limpieza en el lugar de trabajo y buena higiene personal;
- comprobación de que los equipos de procesamiento y de otro tipo están instalados y se utilizan y mantienen de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes;
- sustitución de los productos, siempre que sea posible, por otros menos peligrosos o que desprendan menos olores;
- instalación de controles técnicos cuando sea procedente (sistemas generales y locales de extracción de aire, por ejemplo);
- empleo de equipos de protección (guantes, gafas o pantallas faciales) cuando sea necesario;
- adopción de protocolos que garanticen una atención médica rápida a cualquier persona con indicios de lesión, y
- consideración de la instauración de un plan de vigilancia de la exposición medioambiental y la salud de los empleados como medio de comprobar la eficacia de las estrategias de limitación de riesgos.

En el capítulo *Actividades artísticas, culturales y recreativas* se ofrece más información sobre el revelado en blanco y negro.

Referencias

- Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC). 1996. *Printing Processes and Printing Inks, Carbon Black and Some Nitro Compounds*. Vol 65. Lyon: IARC.
- Bertazzi, PA, CA Zocchetti. 1980. Mortality study of newspaper printing workers. *Am J Ind Med* 1:85-97.
- Dubrow, R. 1986. Malignant melanoma in the printing industry. *Am J Ind Med* 10:119-126.
- Friedlander, BR, FT Hearne, BJ Newman. 1982. Mortality, cancer incidence, and sickness-absence in photographic processors: An epidemiologic study. *J Occup Med* 24:605-613.
- Hodgson, MJ, DK Parkinson. 1986. Respiratory disease in a photographer. *Am J Ind Med* 9:349-54.
- Kipen, H, Y Lerman. 1986. Respiratory abnormalities among photographic developers: A report of three cases. *Am J Ind Med* 9:341-47.
- Leon, DA, P Thomas, S Hutchings. 1994. Lung cancer among newspaper printers exposed to ink mist: A study of trade union members in Manchester, England. *Occup and Env Med* 51:87-94.
- Leon, DA. 1994. Mortality in the British printing industry: A historical cohort study of trade union members in Manchester. *Occ and Envir Med* 51:79-86.
- Michaels, D, SR Zoloth, FB Stern. 1991. Does low-level lead exposure increase risk of death? A mortality study of newspaper printers. *Int J Epidemiol* 20:978-983.
- Nielson, H, L Henriksen, JH Olsen. 1996. Malignant melanoma among lithographers. *Scand J Work Environ Health* 22:108-11.
- Paganini-Hill, A, E Glazer, BE Henderson, RK Ross. 1980. Cause-specific mortality among newspaper web pressmen. *J Occup Med* 22:542-44.
- Pifer, JW, FT Hearne, FA Swanson, JL O'Donoghue. 1995. Mortality study of employees engaged in the manufacture and use of hydroquinone. *Arch Occup Environ Health* 67:267-80.
- Pifer, JW. 1995. *Mortality Update of the 1964 U.S. Kodak Processing Laboratories Cohort through 1994*. Kodak Informe EP 95-11. Rochester, Nueva York: Eastman Kodak Company.
- Sinks, T, B Lushniak, BJ Haussler y cols. 1992. Renal cell disease among paperboard printing workers. *Epidemiology* 3:483-89.
- Svensson, BG, G Nise, V Englander y cols. 1990. Deaths and tumours among rotogravure printers exposed to toluene. *Br J Ind Med* 47:372-79.
- Otras lecturas recomendadas**
- Bober, TW, TJ Dagon, HE Fowler. 1992. *Handbook of Industrial Waste Treatment*. Nueva York: Marcel Dekker.
- Cunningham, HW. 1992. *Air Pollution Engineering Manual*. Nueva York: Van Nostrand Reinhold.
- Eastman Kodak Company. 1989. *The Prevention of Contact Dermatitis in Photographic Work*. Kodak publication No. J-4S. Rochester, Nueva York: Eastman Kodak Company.
- . 1993. *Safe Handling of Photographic Chemicals*. Kodak publication No. J-4 Rochester, Nueva York: Eastman Kodak Company.
- Gosselin, RE, RP Smith, HD Hodge. 1984. *Clinical Toxicology of Commercial Products*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Health and Safety Executive (HSE). 1986. *Chemicals in the Printing Industry: The Provision of Health and Safety Information by Manufacturers, Importers and Suppliers of Chemical Products to the Printing Industry*. Londres: HSE.
- . 1995. *Chemical Safety in the Printing Industry*. Londres: HSE.
- Hollins, R. 1994. *Practical Printers Handbook*. Sutton Coldfield, Reino Unido: Comprint Services.
- Kanerva, L, T Estlander, R Jolanki, ML Sysilampi. 1995. Allergy caused by acrylate compounds—history, research and prevention. From research to prevention. *Managing Occupational and Environmental Health Hazards, People and Work*. Research Reports 4. Acta del International Symposium, 20-23 marzo. Helsinki, Finlandia.
- Press Standards Board of Finance. 1994. *Newspaper and Magazine Publishing in the UK: Code of Practice*. Londres: Press Standards Board of Finance Ltd.