

# Equipos de Fotocopiado: Riesgos y Manejo Seguro para Especialistas de Servicios Técnicos y Operadores

PHOTOCOPYING EQUIPMENT : RISKS AND SAFE HANDLING FOR TECHNICAL SERVICES SPECIALISTS AND OPERATORS

Rodrigo Valdés Cornejo<sup>1</sup>, Jan Ahlström Guzmán<sup>2</sup>

1. Ingeniero de Ejecución en Prevención de Riesgos Profesionales

2. Ingeniero de Ejecución en Mecánica, Experto en Prevención de Riesgos

## RESUMEN

Se realizó una recopilación de información técnica y científica, con el propósito de demostrar los potenciales riesgos existentes en las máquinas fotocopadoras, tanto para los operadores como para los especialistas de servicios técnicos. Asimismo, se detectó la falta de conocimiento respecto de estos riesgos, a los que se ven diariamente enfrentadas las personas, condición que motivó el desarrollo de esta investigación, proponiéndose un protocolo de seguridad para todos aquéllos que se relacionan permanentemente con este tipo de máquinas, tanto en su trabajo diario como en un contacto periódico de mantenimiento.

(Valdés R, Ahlström J. Equipos de Fotocopiado: Riesgos y Manejo Seguro para Especialistas de Servicios Técnicos y Operadores. *Cienc Trab. ene.-mar; 7 (15): 21-26*)

Descriptores: PROCESOS DE COPIA; PREVENCIÓN DE ACCIDENTES; SALUD OCUPACIONAL; OZONO-EFECTOS ADVERSOS; RAYOS ULTRAVIOLETA-EFECTOS ADVERSOS; CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS-EFECTOS ADVERSOS; ACCIDENTES POR DESCARGAS ELÉCTRICAS; CALOR-EFECTOS ADVERSOS; POLIESTIRENOS-EFECTOS ADVERSOS; CHILE.

## ABSTRACT

Technical and scientific data was collected in order to demonstrate potential risks posed by photocopying machines, both for operators and technical service specialists.

Lack of knowledge with regard to risks that persons face daily was also detected, condition that prompted this research. A safety protocol was proposed for all those that are in permanent contact with these machines, whether in their daily work or periodically in maintenance activities.

Descriptors: COPYING PROCESSES; ACCIDENT PREVENTION; OCCUPATIONAL HEALTH; OZONE-ADVERSE EFFECTS; ULTRAVIOLET RAYS-ADVERSE EFFECTS; ELECTROMAGNETIC FIELDS-ADVERSE EFFECTS; ACCIDENTS CAUSED BY ELECTRICAL DISCHARGES; HEAT-ADVERSE EFFECTS; POLYSTYRENES-ADVERSE EFFECTS; CHILE.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de copiado se ha ido perfeccionando desde el manuscrito hasta la invención de la imprenta. Pero ha sido la fotocopadora la que ha permitido agilizar el proceso de duplicado. Si bien su masificación ha contribuido al desarrollo de muchas actividades, no todo es maravilloso.

Existen procesos riesgosos y desconocidos que pueden causar lesiones o enfermedades, tanto para quienes las operan como para los especialistas de servicios técnicos. (Ricoh 1990; Ricoh 1990b; Toshiba 1994; Toshiba 1997a; Toshiba 1997b; Toshiba 2000a; Toshiba 2000b).

La literatura da fe de que el ozono producido es perjudicial para la salud (London Hazards Centre 2002), altera las células pulmonares y su exposición aguda resulta en un edema pulmonar

(Pavlovic et al 1994; Hansen y Andersen 1986). Otro elemento perjudicial es el selenio y se reportan dos artículos de casos (Srivastava et al 1995; Dukic-Cvijanovic 1991) de alopecia universalis, uno en un empleado de una fábrica de mantenimiento (Dukic-Cvijanovic 1991).

En USA se realizó un estudio en tres centros de fotocopiado universitarios para medir la exposición del personal a compuestos orgánicos volátiles (VOCs), detectándose 54 VOCs distintos y siendo el tolueno uno de los más relevantes (Stefaniak et al 2000; Henschel et al 2001; Streete et al 1992). También se ha investigado la inhalación, acumulación y eliminación de elementos que componen el tóner, especialmente el negro humo (Smith y Musch 1982; Industrial Higiene Group 2002; Furukawa et al 2002), determinándose que las técnicas de análisis utilizadas sirven para diferenciar la potencia de un polvo en particular en la disfunción del clearance pulmonar.

Se reporta un caso de lupus eritematoso sistémico debido a pequeñas cantidades de luz ultravioleta A (Klein et al 1995). Un estudio realizado en 181 afroamericanos, con historial de sarcoidosis, determinó que el polvo de tóner puede ser un antígeno no reconocido en la patofisiología de pacientes diagnosticados (Rybicki 2004). De ahí, surge la necesidad de elaborar un protocolo de seguridad, tanto para los especialistas de servicios técnicos como para los operadores de fotocopadoras.

Correspondencia:

Rodrigo Valdés Cornejo

Dirección Postal: Sta. Isabel 502 Depto 512. Santiago, Chile

Código Postal: 833-0466

Fono/fax: (56-2) 2223171

e-mail: insegint@hotmail.com

Recibido: Diciembre 2004 / Aceptado: Diciembre 2004

## Dentro de una Fotocopiadora

Un gran número de piezas y partes móviles dan origen al proceso de fotocopiado. Entre las más relevantes se encuentran las siguientes:

### Tambor Fotorreceptor

Es básicamente un rodillo de metal cubierto por una capa de material fotoconductor. Ésta, se compone de selenio, elemento semiconductor. En la oscuridad, la capa fotoconductor del tambor actúa como aislador, resistiendo el flujo de electrones de un átomo a otro. Cuando la capa fotoconductor es golpeada por la luz, la energía de los fotones libera electrones y permite que la corriente pase a través de ella. Los electrones neutralizan la carga positiva que cubre el tambor para formar la imagen latente.

Es fácil imaginar cómo se proyecta la copia de una imagen en una correa fotorreceptora que tiene las mismas dimensiones que la hoja del papel que contiene la imagen. El problema, es cuando se quiere hacer lo mismo en un tambor fino, cilíndrico. La solución es rotar el tambor mientras se hace una copia. Si se rota en una marcha en filas cerradas con el movimiento del rayo de luz a través del documento original, se puede construir la imagen tira por tira. Después de que una tira de luz se enfoque sobre una línea correspondiente del tambor, éste rota para exponer un área fresca del fotoconductor. Mientras, la región previamente expuesta del tambor hace pivotar en contacto con el toner y luego el papel. Debido a que la longitud de una página impresa estándar es mucho más grande que el desarrollo de la circunferencia del tambor en una fotocopiadora moderna, una rotación completa de éste replegará sólo un pedazo de la página.

### Alambres de la Corona

Los alambres de la corona (Figura 1) son los encargados de generar un campo de cargas positivas en la superficie del tambor y del papel de copia. Uno de estos alambres es colocado en paralelo a la superficie de tambor, para cargar la superficie fotoconductor con los iones, y el otro se coloca igual para cargar la superficie del papel y así atraer el toner que está adherido al tambor.

Figura 1.

La electricidad estática de las aplicaciones del alambre de la corona para cubrir el tambor fotorreceptor y el papel de copia con una capa de iones positivamente cargados (iones).



### Lámpara y Lentes

Hacer una fotocopia requiere una fuente de luz con bastante energía para remover los electrones de los átomos fotoconductores; la luz UV (ultravioleta) tiene suficiente potencia para hacer una fotocopia, pero puede ser perjudicial para los ojos y la piel. Es por esto que las fotocopiadoras utilizan una lámpara de halógeno para reflejar la imagen del documento original. Cuando se enciende la lámpara, se mueve a través del interior de la fotocopiadora, iluminando a simultáneamente una tira del papel. Un espejo unido al montaje de la lámpara dirige la luz reflejada a través de un lente sobre el tambor que rota abajo. Éste, funciona igual que el de una cámara fotográfica: permite que se enfoque una copia de la imagen en un lugar específico.

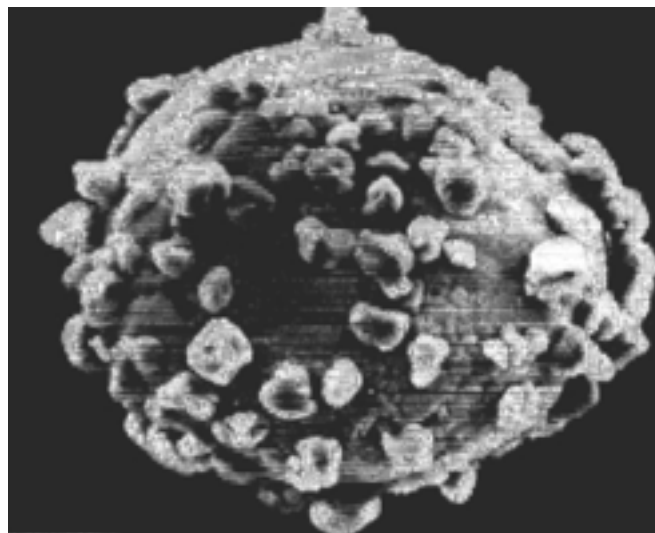
Si bien aquí no se puede centrar la imagen para obtener una más o menos borrosa; sí se puede variar la distancia entre el lente y el original o entre el lente y el tambor para reducir o ampliar el tamaño original en su copia.

### Toner

El toner es una partícula, un polvo cargado negativamente (Figura 2). Su color negro proviene de pigmentos mezclados en las partículas plásticas (Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo s.f.). En la fotocopiadora, se pega en granos más grandes positivamente cargados y se almacena dentro de un cartucho. Cuando los granos de toner revestidos ruedan sobre el tambor, las partículas se adhieren a iones positivamente cargados en las áreas no expuestas, en la superficie de tambor. Estas mismas partículas se dibujan posteriormente aun más al papel electrostático cargado. El polímero permite fijar el toner al papel debido al calor generado, haciendo que las partículas plásticas se derritan adheriendo el pigmento al papel.

Figura 2.

Grano pequeño cubierto con partículas de toner.



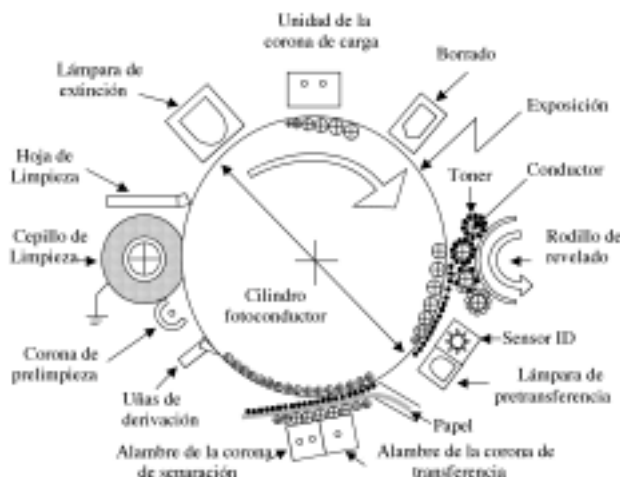
### Fusor

Hace dos cosas, mediante la utilización de lámparas de halógeno y rodillos cubiertos con teflón:

- Derrite y presiona la imagen de toner en el papel.
- Evita que el toner derretido y/o el papel se pegue al fusor.

La hoja pasa entre dos rodillos que la presionan suavemente para colocar el toner. Mientras, dentro de los rodillos, las lámparas generan la temperatura suficiente para derretirlo, pero sin adherirse a la superficie de éstos debido al teflón que los cubre. En la Figura 3 se grafica en una sola imagen el proceso de copiado.

Figura 3.  
Proceso de fotocopiado



## NATURALEZA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En Chile no existen estudios, normativas ni control preventivo en el uso específico de las fotocopiadoras y sus efectos directos. Sí los hay de sus compuestos específicos, tal es el caso del ozono, aplicado principalmente por el agujero en su capa y que afecta directamente a los habitantes de la zona austral. La justificación de esta investigación tiene un carácter preventivo e instructivo con relación a la seguridad de las personas.

Y es que dentro de estos equipos, hay zonas en las que se producen descargas eléctricas de alrededor de los 8.000 volts. También hay riesgos mecánicos, debido a las partes móviles de la máquina (cadenas, engranajes, correas, poleas, etc.). Otro factor de riesgo es la inhalación del polvo de toner. El cilindro o tambor se compone de elementos tales como selenio (Se) y cadmio (Cd), que son desechados como residuo domiciliario. Surge entonces la necesidad de crear un protocolo de seguridad.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Proponer un protocolo de seguridad, tanto para los especialistas de servicios técnicos como para los operadores de equipos de fotocopiado.

Objetivos específicos

- Determinar los puntos de mayor riesgo en las máquinas fotocopiadoras.
- Diseñar un protocolo de identificación de riesgos y de trabajo seguro.
- Determinar los elementos de protección personal a utilizar.
- Enunciar los procedimientos para la eliminación de residuos industriales.

## METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto, se desarrollaron las siguientes actividades:

- Revisión bibliográfica; se incluye consulta a bases de datos, textos, manuales técnicos y normas.
- Recopilación de datos a través de entrevistas a especialistas del área.
- Evaluación de riesgos mediante un análisis de situación actual, utilizando criterios similares a los empleados en trabajos asociados a equipos energizados.
- Propuesta metodológica del protocolo de seguridad.

## RESULTADOS

### Identificación de Riesgos

A continuación se describen los riesgos asociados a este proceso:

#### Exposición a Gas Ozono

Gas azul, de olor metálico y picante, fácilmente reconocible, peligroso, ataca las mucosas del tracto respiratorio. Las máquinas de fotocopiado electrostático producen ozono, gas irritante para el sistema respiratorio. Puede afectar las vías respiratorias provocando tos, dolor de cabeza o náuseas, entre otros. En la atmósfera se encuentra en concentraciones que varían entre 0,005 y 0,05 ppm; y es más alto durante los meses de verano. El umbral de olor es alrededor de 0,01 ppm.

En el proceso de fotocopiado es frecuente percibir ozono, y ocasionalmente las concentraciones pueden ser bastante altas, tanto como para comprometer la salud del operador.

#### Causas de Emisión de Ozono

La emisión de ozono desde la fotocopiadora es determinada por los siguientes factores:

- Aumento de voltaje sobre la corona que lleva como resultado un aumento en la producción de ozono.
- Aumento del efecto eléctrico (Watt) que tiene como resultado un aumento en la producción de ozono; el tiempo efectivo que el voltaje es mantenido sobre la corona es de gran importancia.

El ozono producido es descompuesto en oxígeno nuevamente. La tasa de descomposición depende de los siguientes factores:

- Tiempo.
- Temperatura: la vida media del ozono decae exponencialmente al aumentar la temperatura. La vida media a temperatura ambiente es contabilizada en horas.
- Contacto entre el ozono y diferentes superficies; el carbón activado, por ejemplo, descompone el ozono en un 100% si el contacto es suficientemente efectivo.

En la práctica, los factores mencionados determinan la cantidad de ozono emitido desde una fotocopiadora. Existen factores primarios para determinar las salidas de emisión de ozono: el filtro de ozono, con un método de fijación frío o caliente; secciones de la fotocopiadora con sistemas de ventilación separada; y el tamaño y número de ventiladores.

Las emisiones de ozono dan como resultado concentraciones en la zona de respiración del operador, determinada por la ventilación, que depende de los siguientes factores:

- Volumen del área donde se sitúa la máquina (m<sup>3</sup>).

- Número de renovaciones de aire por hora del recinto.
- Movimiento de aire al interior.
- Concentración de ozono en la composición del aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La concentración es además determinada por la tasa de decaimiento del ozono, que varía dependiendo de los siguientes factores:

- Temperatura de la pieza ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- Materiales y superficies del área.

#### *Exposición al Ozono*

Los efectos dependen de la susceptibilidad individual y de su concentración existente. La mayoría de las personas deben preocuparse por la exposición sólo en concentraciones de niveles altos. El Decreto Supremo N° 594 determina un Límite Permisible Ponderado (LPP) de 0,08 ppm (Ministerio de Salud, Chile 2001). A medida que las concentraciones aumentan, un mayor número de personas siente efectos adversos.

#### **Exposición a Radiación Ultravioleta**

Tanto la radiación ultravioleta (UV) como la luz visible son emitidas por una lámpara de gran alcance. En el DS N° 594 se asigna una densidad de potencia de  $0,1 \text{ mw}/\text{cm}^2$  para un tiempo de exposición de 8 hrs. (Ministerio de Salud, Chile 2001). La radiación UV puede causar la inflamación de erupciones de la córnea y de piel, pero normalmente ésta no pasa más allá de la placa de cristal en la cual se pone el original, así que el riesgo es pequeño. Si bien el riesgo a los ojos es pequeño, todo el copiado debe hacerse con la cubierta cerrada a fin de prevenir cualquier malestar.

#### **Radiación de Campos Electromagnéticos**

Los campos de baja frecuencia (50 Hz) se generan alrededor de cualquier equipo eléctrico que esté funcionando, también lo provocan las líneas eléctricas de alta tensión y conductores de cualquier instalación eléctrica. Los campos electromagnéticos de origen artificial pueden llegar a provocar, a mediano y a largo plazo, graves enfermedades. La mayoría de los estudios concluyen que la exposición continua a CEM elevados reporta efectos tales como cansancio crónico o aparición de diversas enfermedades como insomnio, dolores frecuentes de cabeza, pérdida de reflejos o falta de concentración.

La contaminación electromagnética se considera más peligrosa de noche, cuando el cuerpo está en reposo y es más vulnerable. También aumenta el riesgo cuando se está sometido a situaciones de estrés y agotamiento. Estas radiaciones se consideran peligrosas a partir de los 2 miliGauss (200 nanoTeslas). Una regla importante y la mejor solución a la radiación es la distancia, mientras mayor sea ésta de una fuente emisora menor será la radiación que se recibirá.

#### **Riesgos Eléctricos**

Sólo la imprudencia de eliminar los interruptores de seguridad puede provocar riesgos de contacto eléctrico cuando la máquina es abierta e intervenida. Además, por normativas de fabricación, las máquinas deben estar descargadas a tierra, por tanto la instalación eléctrica juega un rol importante. El mayor riesgo lo tienen los técnicos que las reparan, porque en ocasiones deben realizar pruebas en las que están obligados a intervenirlas con energía. Sin embargo, los riesgos del uso de la electricidad se desconocen en muchas ocasiones y lo que es peor, en otras son ignorados.

Existen dos tipos de contacto eléctrico, (Cortés 2001), directo, con las partes activas de los materiales y equipos e indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión. Para evitar riesgos de contacto eléctrico pueden adoptarse las siguientes medidas: alejar las partes activas para evitar contactos fortuitos, aislar las partes activas con recubrimientos apropiados, interponer obstáculos para impedir contactos accidentales y poner elementos de seguridad en las instalaciones. Los daños que el contacto eléctrico puede causar dependerán de condiciones tales como la superficie de contacto, la humedad de la piel o la presión de contacto, pero sobre todo, la intensidad de la corriente, la duración del contacto y la zona del cuerpo recorrida por la electricidad. Los daños pueden ir desde la sensación de hormigueo hasta asfixia, graves alteraciones del ritmo cardíaco, quemaduras e incluso la muerte. En estas máquinas hay zonas en las que la tensión alcanza los 6.000 Volts y en otras sólo 220 Volts.

#### **Calor**

El calor producido por la fotocopiadora es generado en la unidad de fusión, donde la temperatura varía entre los  $180^{\circ}\text{C}$  a  $200^{\circ}\text{C}$ . Se puede acumular calor seco excesivo si se colocan varias máquinas en un área pequeña, o donde su uso es frecuente y con escasa ventilación. Puede causar malestar a los ojos y el lugar de trabajo puede volverse seco y caliente. Una buena ventilación en la pieza donde se encuentre el equipo, es la solución.

#### **Toner**

Son generalmente una mezcla de resina plástica y de negro de humo (CAS 1333-86-4). Su composición es variable no sólo por los diferentes fabricantes (Rank, Xerox, Canon, Miti, etc.) sino que uno solo varía con el modelo de máquina fotocopiadora utilizada. Están formado básicamente por resinas termoplásticas y pigmentos.

Negro de humo se refiere a un producto que tiene más del 85% de carbono elemental en forma de partículas coloidales, casi esféricas, y agregados coalescentes de partículas de tamaño coloidal, obtenidas de la combustión parcial de hidrocarburos. Entre otros hidrocarburos aromáticos se encuentran: pireno, 3,4 benzopireno, 1,2 benzopireno (Torres s.f.). En Chile, el DS N° 594 (Ministerio de Salud, Chile 2001) indica para el negro de humo un LPP de  $2,8 \text{ mg}/\text{m}^3$ . La recomendación de valores límites ambientales se basa en que la exposición a este producto puede ser la causa de daño pulmonar e irritación cutánea. Rosankranz et al (1980), estudiaron la actividad mutagénica de toners con composición variable sobre cepas de salmonella; éstos llevaban dos clases de negro de humo con diferente composición. Observaron que uno de ellos, que tenía como impurezas nitropirenos, poseía capacidad mutagénica sobre las cepas de salmonellas estudiadas. Se comprobó que al cambiar los procesos de manufactura y reducirse la cantidad de nitropirenos en el negro de humo, disminuía la capacidad mutagénica del toner.

Experimentos similares han sido realizados también por Lofroth et al (1980). Actualmente el negro de humo que se utiliza en el toner suele ser del orden del 7% y contiene como mucho  $0,15 \text{ ppm}$  de nitropirenos; luego, la cantidad existente en el revelador es muy pequeña.

#### **Peligros Identificados**

Varias sustancias dentro del toner producen riesgos a la salud en la exposición directa de emisiones durante el proceso de fotoco-

piado. Los productos químicos típicos son: monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y una gama de compuestos orgánicos volátiles, varios de los cuales son carcinógenos.

**Resinas termoplásticas.** Pueden ser moldeadas por el calor, durante o después del proceso de manufactura (polimerización). Las más utilizadas son: poliestireno, metacrilato de n-butilo y acetato de polivinilo.

**Poliestireno.** Esta resina data de 1839, al ser estable no es tóxico, ni sensibilizante, pero si la temperatura se eleva puede desprenderse el monómero. El estireno es irritante de la piel y de las mucosas oculares y respiratorias. A concentraciones elevadas puede dar lugar a trastornos gastrointestinales, leucopenia, laxitud. Los trastornos son reversibles al cesar la exposición. El LPP del estireno monómero es 170 mg/m<sup>3</sup>.

**Metacrilato de n-butilo.** Se forman por la polimerización de monómeros (metacrilato); el producto final no es tóxico, pero sí lo es el monómero, así como los productos intermedios. Muchos de los monómeros tienen capacidad alergénica. Según Chalfine (Torres s.f.), los vapores del monómero metacrilato de n-butilo producen irritación de las mucosas y desórdenes neurovegetativos como fatiga, anorexia, irritabilidad, hipertensión.

**Acetato de polivinilo.** Los polímeros de vinilo, son inertes por sí mismos y no son sensibilizantes, pero pueden serlo si se alcanzan temperaturas superiores a 200 °C, donde se desprenden vapores de ácido acético, responsables de lesiones oculares, conjuntivitis.

## Riesgo Químico

Corresponde a los componentes químicos del toner y a la forma de operar, o sea a temperaturas entre 180 a 200 °C.

### Componentes del Toner

1 – Polímeros: poliestireno y poli-butil-acrilatos	80–90%
2 – Negro de humo (pigmento)	10–15%
3 – Cera polietilénica (reductor de adhesión)	1–5%
4 – Amonio cuaternario (control de carga)	1–5%
5 – Peróxido de benzoilo (iniciador de polimerización)	
6 – Otros: Disolventes: etilbenceno, xilenos, n-butanol	

Particulados: cobre, sílica (SiO<sub>2</sub>), magnetita (Fe<sup>3</sup>O<sub>4</sub>), etc.

Durante la operación en caliente se pueden generar vapores de los disolventes, además acetofenona, benzaldehído, estireno, etc.

### Otros Gases

**Monóxido de Carbono.** Se produce cuando el toner se calienta con un suministro de aire inadecuado. Puede producir dolores de cabeza, somnolencia, desmayos y aumento del pulso; puede pasar la placenta y afectar al nonato.

**Óxido del Nitrógeno.** Puede ser producido cuando hay una chispa en fotocopiadoras electrostáticas; sus efectos sobre son similares a los producidos por el monóxido de carbono.

### Otros Riesgos

**Sulfuro de Selenio y de Cadmio.** El gas que emiten las fotocopiadoras, más cuando es caliente, puede causar irritación de garganta y sensibilización en los trabajadores expuestos.

**Tensión Muscular.** Largos periodos fotocopiando o compaginando en áreas de trabajo mal diseñadas pueden causar malestar y tensión muscular llegando a la fatiga o dolor.

**Agentes de Limpieza.** Los agentes de limpieza tienen compuestos como: alcohol isopropílico, nafta y acetona, altamente volátiles y nocivos.

Otros riesgos se encuentran al interior de la máquina y pueden producir daños cuando es intervenida. Es el caso de las cortaduras con partes metálicas, quemaduras en zonas de alto calor y atrapamiento.

## ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

El bajo costo y la rapidez de operación han hecho que las fotocopiadoras sean de uso masivo y un gran número de ellas está en manos de microempresarios, lo que sin duda ha aumentado el número de operadores, requiriendo una buena vigilancia ocupacional. En el aspecto laboral es importante la prevención, lo que obliga a conocer los elementos de trabajo, las formas de operar o tipos de instalación. Se propone una lista de comprobación para poder determinar los riesgos del uso de fotocopiadoras.

## RECOMENDACIONES

Los riesgos están asociados tanto a la Higiene Industrial como a la Seguridad Industrial. En cuanto a la primera, se tienen riesgos físicos y químicos, y respecto a la segunda se tienen riesgos eléctricos, atrapamientos y contacto con superficies calientes. La evaluación de riesgo y la vigilancia epidemiológica propuesta debe corresponder a las Mutuales de Seguridad y al SESMA (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente). Para disminuir el grado de exposición, debe normarse respecto a tipo de local que asegure la mínima exposición, exigir a los fabricantes y proveedores de toner que especifiquen su composición, reglamentando o prohibiendo algunas impurezas. En cuanto a las observaciones a los componentes del toner, es posible decir que durante el proceso no deben liberarse monómeros como estireno o butilacrilato ya que los monómeros son muy reactivos química y biológicamente (Leovic et al 1998). Además, como pigmento negro de humo no debe usarse el tipo “negro gas” C.I.77266, obtenido por la combustión incompleta de gas. El uso de este componente está prohibido por la Food and Drug Administration de los Estados Unidos (FDA) (Budavari 1996).

Junto con proponer el protocolo de seguridad, surge la necesidad de conducir una vigilancia ocupacional para conocer si la exposición a los vapores y a los particulados emitidos por las máquinas en el ambiente laboral representan riesgos para la salud de los trabajadores en jornadas de 48 ó 45 horas semanales (Instituto de Salud Pública, Chile 1999). Para ello se debe comparar la exposición real (obtenida por medición en ambiente laboral) con los valores límites de exposición permisible (TLV) (ACGIH 2000), definidos en el DS N° 594 (Ministerio de Salud, Chile 2001) y autoridades en Salud Ocupacional.

Aspectos regulatorios: Sobre la base de los riesgos físicos y químicos se deben definir los diferentes parámetros clínicos, bioquímicos y toxicológicos en relación a normalidad: personas control (no manipuladoras de fotocopiadoras); exposición aceptable: leve, moderada; exposición inaceptable: intensa o de riesgo. Se deben planificar los diferentes controles previos y durante la exposición así como definir los criterios de evaluación de riesgos: vigilancia médica anual, vigilancia bioquímica, vigilancia en ambiente laboral, vigilancia toxicológica, vigilancia epidemiológica de los trabajadores expuestos. Si bien la legislación ambiental chilena no hace referencia directa sobre cómo

han de manejarse los residuos de toner, sus compuestos hacen que sean clasificados como residuos industriales sólidos y peligrosos (tóxicos), ya que pueden contaminar napas de aguas subterráneas o producir intoxicación. Sería conveniente que se hiciera algo al respecto, porque en otros países estos elementos están clasificados como residuos peligrosos y se hace mención de que el toner demora en degradarse aproximadamente 300 años. Xerox Chile tiene como política de la compañía el retirar a sus clientes todos los elementos que puedan ser reciclados y/o que por sus características físico-químicas deben ser eliminados, de acuerdo a las disposiciones legales que rigen estas materias. El toner no es reutilizable, razón por la que es sacado de los equipos

y depositado en tambores, para luego ser enviados a una empresa de manejo de desechos. Este proceso cumple con las normas vigentes respecto de esta materia, tanto en su almacenamiento y transporte como también en el depósito final.

## AGRADECIMIENTOS

Sr. Roberto Tapia Zúñiga, Químico Farmacéutico, Toxicólogo, docente de la Universidad de Chile, por su tiempo y disposición brindados.

## REFERENCIAS

- ACGIH. 2000. 2.000 TLVs and BEIs. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. p 59.
- Budavari S, O'Neil MJ, Smith A, Heckelman PE, Kinneary JF. eds. 1996. The Merck Index -an encyclopaedia of chemicals, drugs and biologicals. 12th ed.. New Jersey: Merck. p295.
- Cortés, JM. 2001. Seguridad e higiene del trabajo; técnicas de prevención de riesgos laborales. 3ª. ed. México: Alfaomega.
- Dukic-Cvijanovic V. 1991. Exposure to selenium in photocopying workers. *Vojnosanit Pregl*. Sep-Oct; 48(5):415-20.
- Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. s.f. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Capítulo 85. Industria de las artes gráficas, fotografía y reproducción. Disponible en Internet: <<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo3/85.pdf>>
- Furukawa YO, Aizawa Y, Okada M, Watanabe M, Niitsuya M, Kotani M. 2002. Negative Effect of Photocopier Toner on Alveolar Macrophages Determined by In Vitro Magnetometric Evaluation. *Industrial Health*. 40:214-221.
- Hansen, TB, Andersen, B. 1986. Ozone and other air pollutants from photocopying machines. *Am Ind Hyg Assoc J*; 47(10):659-65.
- Henschel DB, Fortmann R.C, Roache NF, Liu X. 2001. Variations in the Emissions of Volatile Organic Compounds from the Toner for a Specific Photocopier. *J Air & Waste Management Assoc*;51(5):708-717.
- Industrial Higiene Group. 2002. Doe Bnl Carcinogens Table. Disponible en Internet: [http://www.bnl.gov/esh/shsd/cms/Safety\\_Carcinogens.htm](http://www.bnl.gov/esh/shsd/cms/Safety_Carcinogens.htm).
- Instituto de Salud Pública. Chile. 1999. Manual básico sobre mediciones y toma de muestras ambientales y biológicas en Salud Ocupacional. Santiago, Chile: ISP.
- Klein LR; Elmets CA; Callen JP. 1995. Photoexacerbation of cutaneous lupus erythematosus due to ultraviolet A emissions from a photocopier. *Arthritis Rheum*. Aug;38(8):1152-6.
- Leovic K; Whitaker D; Northeim C; Sheldon L. 1998. Evaluation of a test method for measuring indoor air emissions from dry-process photocopiers. *Journal of the air & waste management association*. Oct;48(10):915-23.
- Lofroth G, Hefner E, Alfheim I, Mooller M. 1980 Mutagenic activity in photocopies. *Science*. Aug 29;209(4460):1037-9.
- London Hazards Centre. 2002. Photocopier and Laser Printer Hazards. The London Hazards Centre Factsheet. Dec. Disponible en Internet: <<http://www.lhc.org.uk/members/pubs/factsht/76fact.pdf>>
- Ministerio de Salud, Chile. Decreto Supremo N° 594. 2001. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile, 27 de abril de 2001.
- Pavlovic M, Alebic-Juretic A, Klasinc L, Trinajstic N, Turk R, Kezele N. 1994. Man, The environment and ozone. *Arh Hig Rada Toksikol*. Sep;45(3):275-84.
- Ricoh. 1990a. Manual de servicio de operación Ricoh FT 5520. sl: Ricoh.
- . 1990b. Manual de servicio técnico Ricoh FT 5520. sl: Ricoh.
- Rosenkranz HS, McCoy EC, Sanders DR, Butler M, Kiriazides DK, Mermelstein R. 1980. Nitropyrenes: isolation, identificaton, and reduction of mutagenic impurities in carbon black and toners. *Science*. Aug 29;209(4460):1039-43.
- Rybicki BA; Amend KL; Maliarik MJ; Iannuzzi MC. 2004. Photocopier exposure and risk of sarcoidosis in African-American sibs. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis*; 21(1):49-55.
- Smith, RG; Musch DC. 1982. Occupational exposure to carbon black: a particulate sampling study. *Am Ind Hyg Assoc*; 43(12):925-930.
- Srivastava AK, Gupta BN, Bihari V, Gaur JS. 1995. Generalized hair loss and selenium exposure. *Vet Hum Toxicol*; 37(5):468-9.
- Stefaniak AB; Breyse PN; Murray MP; Rooney BC; Schaefer J. 2000. An evaluation of employee exposure to volatile organic compounds in three photocopy centers. *Environ Res*; 83(2):162-73.
- Streete PJ, Ruprah M, et al. 1992. Detection and identification of volatile substances by headspace capillary gas chromatography to aid the diagnosis of acute poisoning. *Analyst*;117(7):1111-27.
- Torres Lacalle, María del Carmen. s.f. Riesgos en máquinas copadoras. Toner. [Revista on line]. Condiciones de Trabajo y Salud. Disponible en Internet: <<http://www.ual.es/GruposInv/Prevencion/SPRL/Toner1.htm>>
- Toshiba. 1994. Service manual plain paper copier 3550. sl: Toshiba.
- . 1997a. Manual de servicio de operación Toshiba BD 7650 – BD 7550. sl: Toshiba.
- . 1997b. Manual de servicio técnico Toshiba BD 7650 – BD 7550. sl: Toshiba.
- . 2000a. E – Studio 16 1997-2000. sl: Toshiba Tec corporation. 1 CD-ROM.
- . 2000b. E – Studio 16 digital plain paper copier service training. sl: Toshiba America business systems. 1 CD-ROM.