

---

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE-REGION METROPOLITANA

---

**GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCION DE LA  
CONTAMINACION INDUSTRIAL**

**LABORATORIOS FOTOGRAFICOS**

**SANTIAGO  
DICIEMBRE DE 1999**

# INDICE

## Página

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 IDENTIFICACION DEL RUBRO	1
1.2 PRODUCTORES	1
1.3 ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN	2
<b>2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION .....</b>	<b>5</b>
2.1 PROCESOS	5
2.1.1 Revelado de negativos de color (Proceso C-41)	5
2.1.2 Impresión en color a partir de negativos en color (Proceso RA-4)	7
2.1.3 Revelado de transparencias o diapositivas (Proceso E-6)	8
2.2 SISTEMAS MANUALES Y AUTOMATIZADOS	12
2.2.1 Sistemas manuales	12
2.2.2 Sistemas automatizados	13
2.3 MATERIAS PRIMAS	13
<b>3. GENERACION DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>16</b>
3.1 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES	16
3.1.1 Emisiones atmosféricas	16
3.1.2 Residuos líquidos	17
3.1.3 Residuos sólidos	19
3.1.4 Olor	19
3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS	20
<b>4. PREVENCION DE LA CONTAMINACION Y OPTIMIZACION DE PROCESOS ...</b>	<b>22</b>
4.1 MEDIDAS GENERALES DE PREVENCION	22
4.1.1 Practicas de manejo	22
4.1.2 Modificaciones a los equipos	26
4.1.3 Modificaciones a los procesos	28
4.2 IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL	29
<b>5. CONTROL DE LA CONTAMINACION .....</b>	<b>30</b>
5.1 RECUPERACIÓN DE PLATA	30
5.1.1 Electrólisis	31
5.1.2 Reemplazo metálico	32
5.1.3 Precipitación	34
5.1.4 Intercambio iónico	35
5.1.5 Osmosis inversa	35

5.1.6	Destilación y evaporación	36
5.1.7	Cuadro comparativo	36
5.2	CONTROL DE OLORES	37
5.3	RESIDUOS SÓLIDOS	39
<b>6.</b>	<b>PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS .....</b>	<b>40</b>
6.1	APLICABILIDAD DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	40
6.1.1	Concepto residuo peligroso	40
6.1.2	Procedimiento de determinación de residuos peligrosos	41
6.2	APLICACIÓN AL RUBRO	41
6.3	COMPONENTES PLAN DE MANEJO	44
<b>7.</b>	<b>ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION .....</b>	<b>46</b>
7.1	GENERAL	46
7.2	CARTUCHOS DE REEMPLAZO METÁLICO	47
7.3	ELECTRÓLISIS	48
7.4	INTERCAMBIO IÓNICO	48
7.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	48
7.6	INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTIÓN AMBIENTAL	50
<b>8.</b>	<b>SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL .....</b>	<b>52</b>
8.1	PROBLEMAS ASOCIADOS AL RUBRO	52
8.2	ESTADÍSTICAS	52
8.3	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD LABORAL	53
<b>9.</b>	<b>LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA.....</b>	<b>55</b>
9.1	NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS	55
9.2	NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS	56
9.3	NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS	59
9.4	NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS	60
9.5	NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS	61
9.6	NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	62
9.7	NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN	65

9.7.1	Normas relativas al agua	66
9.7.2	Normativas de salud y seguridad ocupacional	66
<b>10.</b>	<b>PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCION DE PERMISOS .....</b>	<b>68</b>
10.1	CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN TÉCNICA	69
10.2	INFORME SANITARIO	69
10.3	PERMISOS MUNICIPALES	71
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>12.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>73</b>

## **PRESENTACION**

La Región Metropolitana de la República de Chile concentra la mayor parte de la actividad económica del país. La base industrial de la región es diversa, incluyendo rubros tan variados como alimentos, textiles, productos químicos, plásticos, papel, caucho y metales básicos. Sin embargo, el rápido crecimiento económico e industrial ha traído consigo serios problemas de contaminación ambiental, como la polución de aire, agua y suelo.

Comprometido con formular y desarrollar una política ambiental tendiente a resolver estos problemas y con el propósito de promocionar un desarrollo industrial sustentable, la Comisión Nacional del Medio Ambiente–CONAMA, ha venido desarrollando una serie de instrumentos entre los que se encuentran las Guías Técnicas para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. El objetivo principal de estas guías, a ser distribuidas a todas las empresas de cada rubro estudiado, es orientar al sector en materia ambiental, entregándole herramientas de prevención y control de la contaminación. A su vez, pretende contribuir a las actividades de fiscalización que realiza la Autoridad, optimizando la calidad de las mismas, si bien las guías en sí no son un instrumento fiscalizable.

Los rubros industriales prioritarios para la Región Metropolitana han sido seleccionados en base a criterios, tales como la representatividad dentro del sector manufacturero y los impactos ambientales que generan.

El presente documento entrega una reseña sobre los impactos ambientales provocados por los Laboratorios Fotográficos. A su vez, identifica las medidas de prevención de los potenciales impactos, los métodos de control de la contaminación (“end-of-pipe”) recomendados, los costos asociados y los aspectos relacionados con la seguridad y salud ocupacional. Como marco legal, entrega la información referente a la normativa medioambiental vigente en el país, y los procedimientos de obtención de permisos requeridos por la industria.

En la elaboración de las guías han participado consultores nacionales en conjunto con una contraparte técnica conformada por: CONAMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente y las Asociaciones de Industriales de cada rubro estudiado. La coordinación general del proyecto estuvo a cargo de CONAMA, Dirección Región Metropolitana.

La presente guía para el control y prevención de la contaminación industrial en la actividad de Laboratorios Fotográficos, ha sido elaborada en base a un estudio realizado por Araucaria Consultores Ltda.

# 1. INTRODUCCION

El rubro de procesamiento fotográfico ha sido estudiado y considerado dentro de la agenda por varias agencias ambientales, especialmente por el problema relacionado con el manejo de la plata. En general, a nivel internacional, la plata es materia de control en regulaciones de descargas de residuos líquidos y residuos peligrosos. En particular, el problema de toxicidad es provocado por el ión libre de plata. Es aún materia de controversia el real aporte de este rubro en este compuesto particular, sin embargo el problema mayor es que no existen pruebas analíticas confiables que permitan diferenciar entre las distintas especies de plata.

## 1.1 IDENTIFICACION DEL RUBRO

Las actividades desarrolladas por los Laboratorios Fotográficos, que se encuentran agrupados bajo la calificación industrial CIIU 9592 (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU) UN Serie M, N°4 Rev. 2, 1976) corresponde básicamente al revelado de películas y preparación de copias y ampliaciones de fotografías. No obstante, el proceso de laboratorio es básicamente el mismo al empleado en la industria gráfica<sup>1</sup> y en los laboratorios radiológicos<sup>2</sup>, por lo que muchas de las medidas y aspectos identificados son también aplicables a estos procesos.

## 1.2 PRODUCTORES

Según el Anuario de Comercio Interior y Servicios del Instituto Nacional de Estadísticas (1998) se encuentran registrados 483 Estudios Fotográficos que representa el 2,2% del total de servicios consignados en dicho reporte. En 1996 se registraron los movimientos indicados en la tabla 1.1.

---

<sup>1</sup> Imprentas, editoriales e industrias conexas se clasifican en el grupo 3420 (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU) UN Serie M, N°4 Rev. 2, 1976).

<sup>2</sup> Los laboratorios que prestan servicios de análisis, de diagnóstico, etc. a médicos y dentistas se clasifican en el grupo 9331 (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU) UN Serie M, N°4 Rev. 2, 1976).

Tabla 1.1: Movimiento durante 1996 de los estudios fotográficos (INE, 1998)

Número de Empresas	483 Estudios Fotográficos
Total de Remuneración	1.524 millones de pesos
Total de ingresos (sin IVA)	10.107 millones de pesos
Total gastos (sin IVA)	6.914 millones de pesos
Utilidades	1.427 millones de pesos
Inversión	236 millones de pesos

### 1.3 ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

La gran mayoría de los insumos utilizados en el rubro son importados, por lo que las estadísticas manejadas por el Banco Central al respecto constituyen un buen indicador de la actividad del sector; véase la tabla 1.2.

Tabla 1.2: Importaciones de insumos 1998 (Banco Central, 1999)<sup>3</sup>

Código arancelario (1)	Detalle	Cantidad (ton)	Miles US\$
<b>37.01</b>	<b>Placas y películas planas, topográficas sensibilizadas, sin impresiones, excepto las de papel, cartón o textiles; películas topográficas planas autorevelantes, sensibilizadas sin impresiones, incluso en cargadores</b>		
3701.1000	Para rayos X	411,3	6.434
3701.2000	Películas autorevelantes	40,5	1.937
3701.3000	Las demás placas y películas planas en un lado por lo (los) demás	336,2	5.017
3701.9100	Para topografía en colores (policroma)	1,2	45
3701.99	<b>Los demás</b>		
3701.9910	Placas metálicas para la preparación de clases	505,8	4.005
3701.9990	Los demás	26,5	195
<b>3702</b>	<b>Películas fotográficas en rollos, sensibilizadas, sin impresionar, excepto las de papel, cartón o textiles; películas fotográficas autorevelables en rollos, sensibilizadas, sin impresionar.</b>		
3702.1000	Para rayos X	22,6	645
3702.2000	Películas autorevelables.	0,3	26
3702.3000	<b>Las demás películas, sin perforar, a anchura inferior o igual a 105 mm</b>		
3702.3100	Para fotografía en colores	3,4	132
3702.3200	Los demás, con emulsión de halogenuros de plata	0,2	6
3702.3900	Los demás	12,7	300
3702.4000	<b>Las demás películas sin perforar de anchura mayor a 105 mm</b>		

<sup>3</sup> No se considera el Código Arancelario 3706 (película cinematográfica).

Código arancelario (1)	Detalle	Cantidad (ton)	Miles US\$
3702.4100	De anchura mayor a 610 mm y longitud mayor a 200 m, para fotografía en colores	-	-
3702.4200	de anchura mayor a 610 mm y longitud mayor a 200 m, excepto para fotografía en colores	10,0	159
3702.4300	De anchura mayor a 610 mm y de longitud menor o igual a 200 m	63,8	1.529
3702.4400	De anchura mayor o igual a 105 mm, pero longitud igual 610 mm	109,5	2.723
3702.5000	<b>Las demás películas para fotografía a colores</b>		
3702.5100	De anchura menor o igual a 16 mm y longitud menor o igual a 14 m	19,1	1.252
3702.5200	De anchura menor o igual a 16 mm y longitud mayor a 14 m	0,0	-
3702.5300	De anchura mayor o igual a 16 mm pero menor o igual a 35 mm y longitud menor o igual a 30 mm, para diapositivas	17,2	512
3702.5400	De anchura mayor o igual a 16 mm pero longitud menor o igual a 35 mm y longitud menor o igual a 30 m, excepto para diapositivas.	306,5	10.987
3702.5500	De anchura superior a 16 mm pero inferior o igual a 35 mm y longitud superior a 30 mm	3,5	145
3702.5600	De anchura superior a 35 mm	0,1	1
3702.9000	<b>Los demás</b>		
3702.9100	De anchura inferior o igual a 16 mm y longitud inferior o igual a 14 m	0,0	9
3702.9200	De anchura inferior o igual a 16 mm y longitud superior a 14 m	3,6	123
3702.9300	De anchura superior a 16 mm pero inferior a igual a 35 mm y longitud inferior o igual a 30 m	1,8	50
3702.9400	De anchura superior a 16 mm pero inferior o igual a 35 mm y longitud superior a 30 m	23,7	989
3702.9500	De anchura superior a 35 mm	1,2	37
<b>37.03</b>	<b>Papel, cartón y textiles fotográficos, sensibilizados sin impresiones</b>		
3703.10	<b>En rollos de anchura superior a 610 mm</b>		
3703.1010	Para aparatos fotocopiadoras	41,5	314
3703.1020	Para fotografía	16,3	182
3703.1090	Los demás	0,1	1
3703.2000	Los demás, para fotografías en colores (policroma)	1.081,6	9.695
3703.90	<b>Los demás</b>		
3703.9010	Para aparatos fotocopiadoras	5,9	148
3703.9020	Para fotografías	32,5	537
3703.9090	Los demás	128,3	535
<b>37.04</b>	<b>Placas, películas, papel cartón y textiles fotográficos, impresionados pero sin revelar</b>		
3704.0010	Papel cartones y textiles para aparatos fotocopiadoras	0,3	6
3704.0020	Papel, cartones y textiles para fotografía	12,9	1.302

Código arancelario (1)	Detalle	Cantidad (ton)	Miles US\$
3704.0090	Los demás	0,0	2
<b>37.05</b>	<b>Placas y películas, fotografías, impresos cerrados y revelados, excepto las cinematográficas (filmes)</b>		
3705.1000	Para la reproducción offset	1,2	830
3705.2000	Microfilmes	0,8	41
3705.9000	Los demás	5,7	256
<b>37.07</b>	<b>Preparación química para uso fotográfico, excepto barnices, color, adhesivos y preparaciones similares; producto sin mezclas para uso fotográfico, dosificados o acondicionados para la venta al por menor listos para su empleo</b>		
3707.1000	Emulsiones para sensibilizar superficies	206,9	931
3707.9000	Los demás	1.970,6	16.525
<b>Total</b>		<b>5.418,2</b>	<b>68.378</b>

(1) Dirección de Aduanas (1995)

Por otro lado, se estima que se procesan anualmente en el país 11.000.000 de rollos fotográficos<sup>4</sup>. En particular, los Minilabs en la Región Metropolitana procesan entre 800 y 4.000 rollos mensuales cada uno.

---

<sup>4</sup> Información proporcionada por KODAK Chilena S.A.F.

## **2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION**

### **2.1 PROCESOS**

Hay muchos procesos estándares, y muchas más variaciones de estos. Los procesos más comunes son revelado de transparencias de color (reversible), revelado negativo de color, revelado para materiales blanco y negro, impresiones en color a partir de negativos en color e impresión a partir de transparencias.

En el país se realizan preferencialmente procesos de revelado (C-41) y de impresión (RA-4), y en menor cantidad procesos tales como revelado de diapositivas.

#### **2.1.1 Revelado de negativos de color (Proceso C-41)**

La película y papel usados en la fotografía a color consisten de tres capas de una emulsión fotosensible separadas por capas intermedias. Cada capa recubre una base de película transparente o papel. Cada capa de emulsión es sensitiva a la luz roja, verde o azul debido a la presencia de colorantes selectivos en la emulsión. Las capas intermedias filtran la luz de acuerdo a su longitud de onda de manera tal que las sales de haluro de plata en cada capa fotosensible son sólo expuestas a luz de un color específico. Un compuesto incoloro "asociador" de colorante se encuentra presente junto con los cristales de haluro de plata en cada capa de emulsión. Al ser procesada en una solución reveladora de color, una imagen de "plata revelada" se forma en cada capa. Los cristales de haluro de plata revelados son reducidos a plata metálica, produciendo simultáneamente moléculas oxidadas del agente revelador. El revelador oxidado reacciona con el compuesto asociador de colorante para formar un tinte que es complementario en color al de la luz a la que es sensitiva la capa de emulsión. La intensidad del tinte formado en una porción particular de la imagen depende de la cantidad de revelador que ha sido oxidado, lo que a su vez es proporcional al grado de exposición de esa misma área (USEPA, 1991).

Un baño descolorante deja visible la imagen de color al remover la imagen negra de plata metálica convirtiéndola nuevamente en haluro de plata. Toda la plata sobre la película, expuesta o no, puede entonces ser disuelta y removida en un baño de fijador. El colorante es retenido en cada capa de la película de manera tal que queda una imagen de color negativa (complementaria). Es una práctica común el introducir la película a un baño estabilizante después de la solución fijadora para equilibrar la emulsión y aumentar la estabilidad de la imagen a color a la luz (USEPA, 1991).

La secuencia de las etapas del proceso es presentada en la figura 2.1.

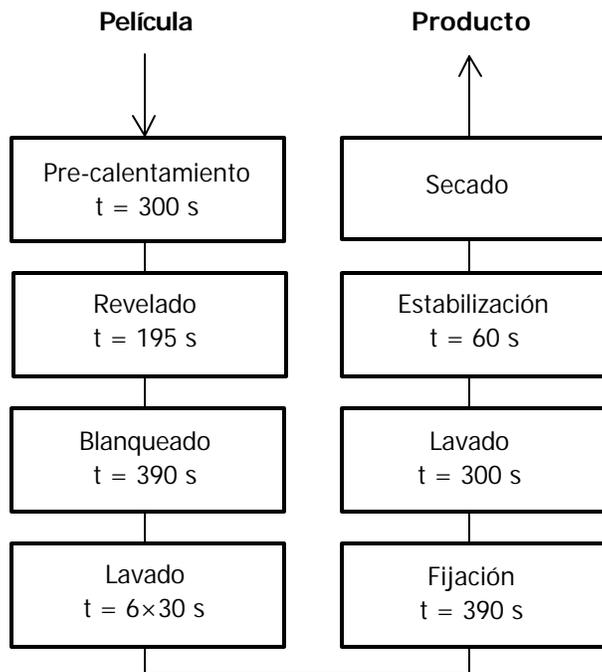


Figura 2.1. Secuencia de etapas de proceso de revelado de negativos de color (USEPA, 1991; JOBO Fototechnic, Inc., 1997)

**Pre calentamiento** La “incubación” seca del estanque y de la película, sin adición de productos químicos o agua, permite que la temperatura de ambos ascienda hasta la temperatura de proceso. El estanque es hecho rotar en un baño de agua temperada.

**Revelado de color** Los cristales de haluro de plata son convertidos a plata metálica. Las sustancias reveladoras de color reaccionan con los pigmentos y asociadores de color de la película.

**Blanqueado** En el blanqueado, la plata metálica es convertida a haluro de plata.

**Lavado** El blanqueador es removido de la película.

**Fijación** El fijador convierte a la plata metálica en compuestos solubles de plata.

**Lavado** Se remueven los productos químicos residuales.

**Estabilización** El estabilizador sirve como agente humectante, preserva los pigmentos, inhibe el crecimiento bacteriano y endurece la película.

### 2.1.2 Impresión en color a partir de negativos en color (Proceso RA-4)

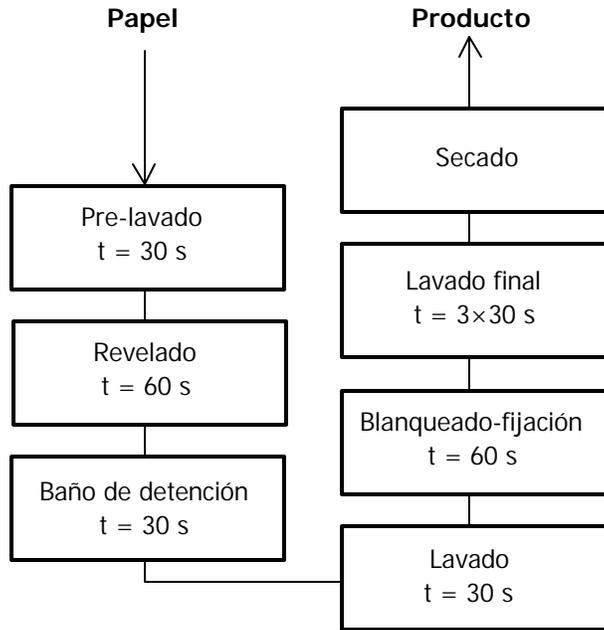


Figura 2.2. Esquema de proceso de impresión a partir de negativos en color

**Prelavado** La temperatura del tambor y del papel alcanza la temperatura de proceso. La emulsión es mojada completamente con agua.

**Revelado** La sales expuestas de plata son convertidas a plata metálica.

**Baño de paro (detención)** El baño detiene el proceso de revelado.

**Lavado** Remoción de productos del baño de paro.

**Blanqueado–fijación** La plata metálica es convertida a haluro de plata y es removida.

**Lavado** Este lavado remueve los productos químicos residuales.

La secuencia de las etapas del proceso es presentada en la figura 2.2.

### 2.1.3 Revelado de transparencias o diapositivas (Proceso E-6)

Las películas tipo E-6 son reversibles de colores sustractivos<sup>5</sup>. Cuando estas son expuestas y procesadas adecuadamente producen imágenes positivas a color, es decir, transparencias. Las películas reversibles tienen tres capas de emulsión sensibles a la luz. La capa de emulsión sensible al rojo está situada en la parte inferior de la película, sobre el material de soporte; la capa sensible al azul está ubicada en la parte superior, y la capa sensible al verde está colocada entre las otras dos. Aunque la capa sensible al rojo es principalmente sensible a la luz roja, y la capa sensible al verde es principalmente sensible a la luz verde, ambas capas son también algo sensibles a la luz azul. La capa filtrante de amarillo absorbe la luz azul y evita que ésta exponga las capas sensibles al rojo y verde. Cuando una película reversible es expuesta, se forman imágenes latentes en cada una de las tres capas de emulsión. La capa sensible al azul contiene un registro de las imágenes formadas por el componente azul de la luz; la capa sensible al verde contiene la imagen formada por el componente verde; y la capa sensible al rojo contiene la imagen formada por el componente rojo. Las imágenes se forman simultáneamente y se superponen (KODAK, 1997). La formación de imagen de color durante el procesamiento se esquematiza en la figura 2.3.

Cada película para diapositivas tiene sus características específicas propias; hay diferencias considerables entre marcas, aquellas para uso profesional o aficionado, o velocidad. Todas las películas denominadas "Proceso E-6" pueden ser de hecho procesadas en productos químicos tipo E-6; no obstante los establecimientos comerciales que reciben una variedad de películas, estandarizarán el procedimiento que ha resultado ser satisfactorio para los tipos de película más procesadas. (JOBO Fototechnic, Inc., 1997)

---

<sup>5</sup> Rojo, azul y verde se conocen como colores aditivos primarios. Los colores que absorben la luz de los colores aditivos primarios se llaman colores sustractivos primarios; son el magenta (que absorbe el verde), el amarillo (que absorbe el azul) y el cian (que absorbe el rojo). Cuando se producen colores combinando luces de distintas longitudes de onda, el proceso se conoce como mezcla aditiva de colores. La mezcla de pigmentos de distintos colores, se denomina sustractiva.

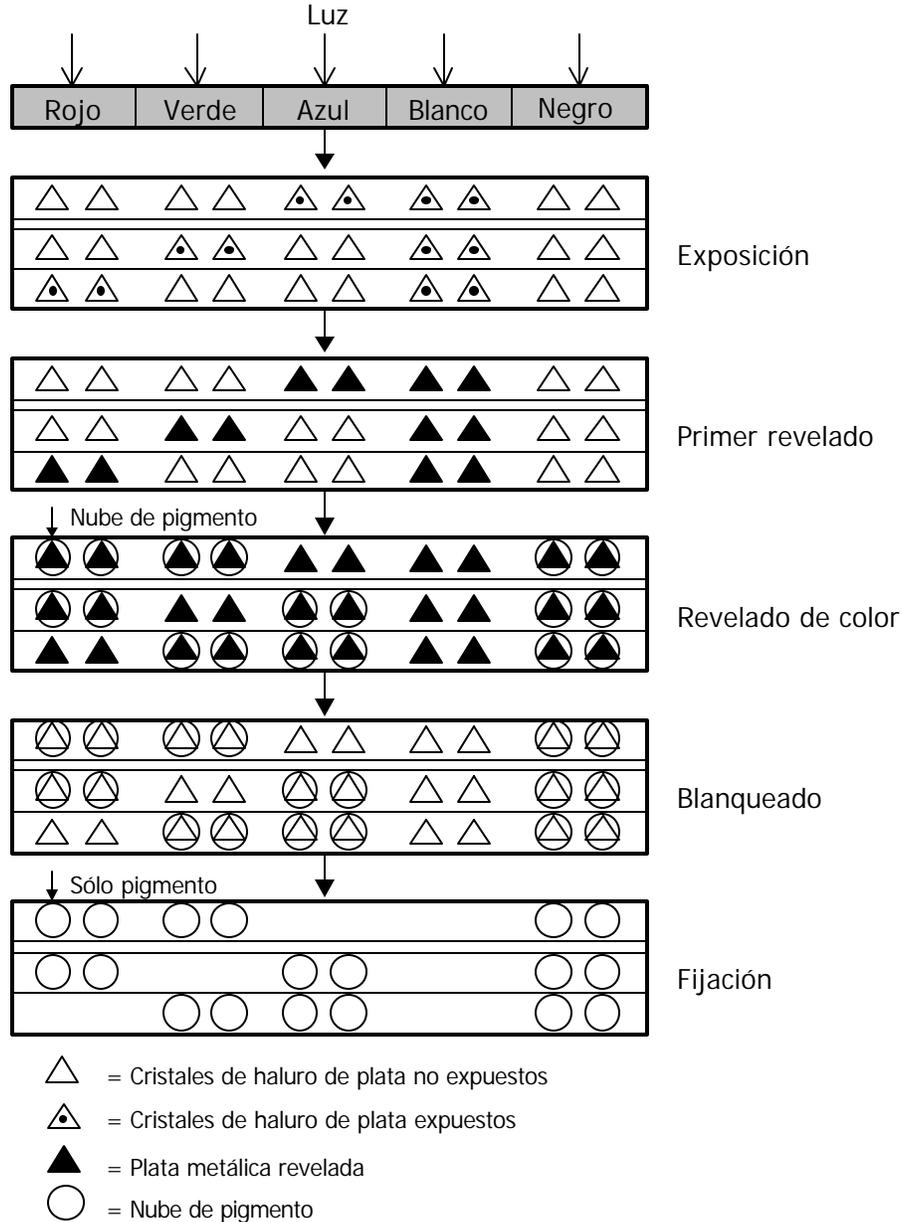
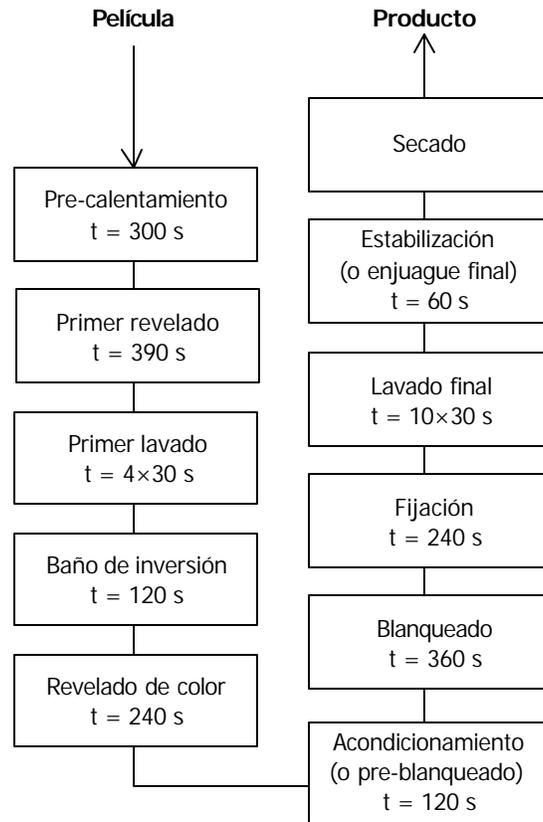


Figura 2.3. Formación de imagen de color durante el procesamiento (KODAK, 1997)

Hay dos grupos de productos químicos tipo E-6 para revelar películas tipo E-6, dependiendo del número de etapas del proceso. El original y estándar es un proceso de seis etapas; el otro es un proceso de tres etapas (denominado "rápido"). La selección del proceso depende de aspectos tales como la conveniencia y el control sobre el proceso; el proceso de tres etapas es más fácil de usar, pero en el proceso de seis etapas se puede controlar más mediante ajustes que no están disponibles en los procesos de tres etapas. La estabilización, la etapa final del proceso, no es contabilizada en la cantidad de etapas mencionadas, luego, un proceso de "seis" etapas comprende

siete etapas, y el proceso de "tres" etapas realmente necesita de cuatro etapas. Las figuras 2.4 y 2.5 presentan los esquemas correspondientes.

Figura 2.4. Secuencia de etapas de proceso de revelado de transparencias (seis etapas)



**Precalentamiento** La "incubación" seca del estanque y de la película, sin adición de productos químicos o agua, permite que la temperatura de ambos ascienda hasta la temperatura de proceso. El estanque es hecho rotar en un baño de agua temperada.

**Primer revelado** En el primer revelado, el haluro de plata expuesto (imagen latente) es reducido a plata metálica (imagen de plata).

**Primer lavado** El primer lavado interrumpe rápidamente el revelado y evita que el primer revelador contamine el baño de inversión.

**Inversión del color** El baño de inversión prepara la película para la etapa de revelado de color. Un agente químico de inversión es absorbido por la emulsión y prepara el haluro de plata remanente para la inversión química que ocurre en el revelador de color.

**Revelado de color** Cuando la película se introduce en el revelado de color, el agente de inversión absorbido en la emulsión expone químicamente el haluro de plata

remanente. Luego el agente revelador del color reacciona con el haluro de plata para formar plata metálica. A medida que se forma esta imagen de plata, el agente revelador oxidado reacciona con los asociadores de color en cada una de las tres capas de pigmento (amarillo, magenta y cian). En esta etapa de procesamiento, las sales de plata remanente son convertidas a plata metálica. Las sustancias reveladoras de color reaccionan con los pigmentos y asociadores de color de la película.

**Acondicionamiento (Pre-blanqueado)**<sup>6</sup> En el acondicionamiento, la plata metálica es preparada para ser oxidada a haluro de plata en la etapa de blanqueado. El acondicionador mantiene el valor de pH del blanqueador al evitar el traspaso de revelador de color hacia el baño de blanqueado.

**Blanqueado** En el blanqueado, la plata metálica es convertida a haluro de plata. Durante el blanqueado, el fierro (III) es reducido a fierro (II); para el curso satisfactorio del proceso, el fierro (II) es convertido a fierro (III) mediante aireación.

**Fijación** El fijador convierte a la plata metálica en compuestos solubles de plata.

**Segundo lavado** El lavado final remueve los compuestos químicos que permanecen en la emulsión de la película.

**Estabilización (Enjuague final)** El estabilizador aumenta la estabilidad del pigmento y contiene un agente humectante.

Todo lo que ocurre en un proceso de seis etapas completo también ocurre en el proceso de tres etapas. Sin embargo, algunas de las acciones de los compuestos químicos están combinadas en una etapa, resultando conveniente el tener que manipular y mezclar menos compuestos químicos para procesar la película.

El primer revelador es el mismo en ambos procesos. Las funciones del baño de inversión, revelador de color y acondicionador, son realizadas por el revelador de color en el proceso de tres etapas. Las funciones del blanqueador y fijador son realizadas en un baño único de blanqueado-fijación en el proceso de tres etapas.

---

<sup>6</sup> Los acondicionadores tipo E-6 de las empresas Eastman Kodak Company y L.B. Russell Corporation han cambiado su denominación a "pre-blanqueadores" y contienen formalina para estabilizar la película. Asimismo, el estabilizante cambió su designación a "enjuague final" y contienen un agente tensoactivo; no contienen formaldehído.

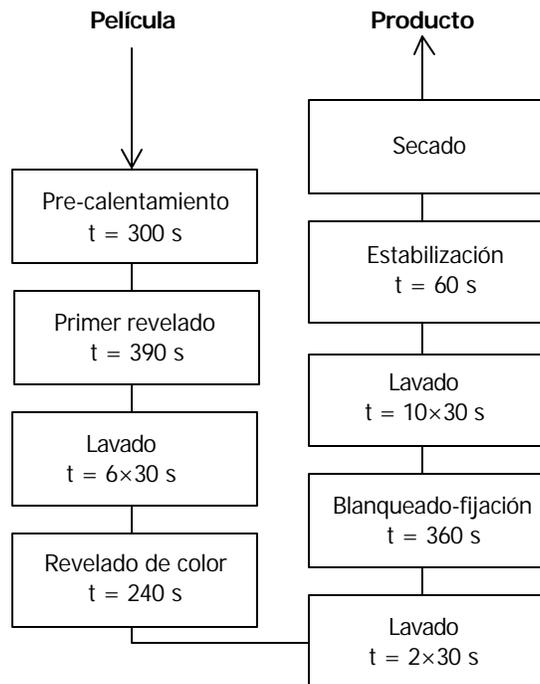


Figura 2.5. Secuencia de etapas de proceso de revelado de transparencias (tres etapas)

## 2.2 SISTEMAS MANUALES Y AUTOMATIZADOS

### 2.2.1 Sistemas manuales

Los sistemas manuales comprenden el procesamiento en bandejas y estanques. Estos son con frecuencia usados para bajos volúmenes de producción (USEPA, 1991).

El método con bandeja permite el procesado de pequeñas cantidades de película y papel con un consumo mínimo de compuestos químicos. El papel o película es colocado sobre el fondo de una bandeja poco profunda que contiene la solución. La bandeja es luego balanceada manualmente para asegurar el contacto entre la solución y la superficie con emulsión. Después que el papel o película es retirado de la bandeja, se permite el escurrimiento de la solución desde su superficie antes de ser transferido al siguiente baño. Una vez terminado el proceso, las soluciones son almacenadas en contenedores para ser reusadas.

Los estanques son usados para procesar grandes cantidades de película y papel. Las láminas son suspendidas verticalmente en el estanque desde colgadores que mantienen una separación lateral. El nivel de la solución en cada estanque cubre totalmente cada lámina. La solución es agitada por el suave movimiento vertical de los colgadores. Cuando no están en uso, los estanques deben ser cubiertos para evitar el ingreso de materiales extraños y para minimizar la evaporación y oxidación.

### 2.2.2 Sistemas automatizados

Los sistemas automatizados se diferencian principalmente en el mecanismo usado para transportar la película a través de la secuencia de baños (USEPA, 1991):

**Sistema de inmersión y remojo (“dip and dunk”).** La película, en la forma de láminas o tiras, es sujeta por colgadores sostenidos de una rejilla. A medida que la rejilla avanza y se coloca en posición, es sumergida en los estanques de solución de manera tal que la película esté completamente inmersa. La rejilla se mueve verticalmente para servir como medio de agitación y asegurar el contacto continuo entre la superficie con emulsión y la solución. A medida que la rejilla continúa avanzando, es elevada automáticamente desde un baño y sumergida en el estanque posterior luego de permitir el escurrimiento de la solución. Finalmente la rejilla conduce a la película a través de una unidad de secado con circulación de aire forzado.

**Sistema de rodillo (“nip rollers”).** Una serie de pequeños rodillos cilíndricos transportan el papel o película a través de la secuencia de soluciones de proceso. Estos rodillos entregan movimiento vertical y horizontal, siendo adecuado para tiras y láminas.

**Sistema de cinta (“belt systems”).** La película o papel es sostenido en una cinta que es conducida a través de la secuencia de soluciones.

**Sistema de rodillo a alta velocidad (“high-speed roller”).** Tiras largas de película son montadas en un soporte flexible que está sujeto a una serie de rejillas. Un sistema de rodillos inmersos conduce la película a través de las soluciones y estanques de enjuague.

## 2.3 MATERIAS PRIMAS

La tabla 2.1 identifica algunos de los componentes habituales de las soluciones empleadas en el procesamiento fotográfico. Esta tabla sólo debe considerarse como información de referencia.

Tabla 2.1: Componentes típicos de insumos químicos

Descripción <sup>7</sup>	Principales compuestos <sup>8</sup>	CAS <sup>9</sup>	Peligrosidad <sup>10</sup>
Revelador	Carbonato de potasio	584-08-7	3
	Bicarbonato de potasio	298-14-6	1
	Sulfito sódico	7757-83-7	3
	Sal pentasódica del ácido pentético	140-01-2	-
	Sulfito potásico	10117-38-1	D
	Sulfato de hidroxilamina	10039-54-0	3
	Sulfato de 4-(N-etil-N-2-hidroxi-2-metilfenildiamina)	25646-77-9	3
	Bisulfito sódico	7631-90-5	3
	N,N-dietilhidroxilamina	3710-84-7	3
	Trietanolamina	102-71-6	2
	Sulfato de litio	10377-48-7	2
	Hidroquinona	123-31-9	3
	Estilbeno sustituido	82640-05-9	-
	4-(N-etil-N-2-metanosulfonilaminoetil)-2-metilfenilendiamina sesquisulfato monohidrato	25646-71-3	-
	Hidróxido potásico	1310-58-3	3
	Cloruro de potasio	7447-40-7	3
Fosfonato sustituido	2809-21-4	3	
Bromuro potásico	7758-02-3	2	

<sup>7</sup> Incluye reforzadores.

<sup>8</sup> Desarrollado en base a hojas de seguridad de productos KODAK disponibles en Internet (URL <http://www.kodak.com/>).

<sup>9</sup> Número de registro en el Chemical Abstracts Service de la American Chemical Society.

<sup>10</sup> Escala de peligrosidad según Lewis (1997). La letra "D" es usada cuando la información disponible es insuficiente para la asignación de un código; en la mayoría de los casos se asigna una letra "D" cuando se dispone sólo de información experimental. El número "3" indica un DL<sub>50</sub> inferior a 400 mg/kg o un CL<sub>50</sub> inferior a 100 mg/L; o que el material es explosivo, altamente inflamable o altamente reactivo. El número "2" indica un DL<sub>50</sub> de 400-4.000 mg/kg o un CL<sub>50</sub> de 100-500 mg/L; o que el material es inflamable o reactivo. El número "1" indica un DL<sub>50</sub> de 4.000-40.000 mg/kg o un CL<sub>50</sub> de 500-5.000 mg/L; o que el material es combustible o presenta algún peligro de reactividad.

Descripción <sup>7</sup>	Principales compuestos <sup>8</sup>	CAS <sup>9</sup>	Peligrosidad <sup>10</sup>
Fijador	Tiosulfato amónico	7783-18-8	2
	Tiocianato amónico	1762-95-4	3
	Sulfito sódico	7757-83-7	3
	Sulfito amónico	10196-04-0	-
Blanqueador	Ácido propilendiaminotetraacético férrico amónico	111687-36-6	-
	Nitrato amónico	6484-52-2	3
	Bromuro amónico	12124-97-9	2
	Ácido succínico	110-15-6	2
	Acetato amónico	631-61-8	3
	Ácido acético	64-19-7	3
	Acetato sódico	127-09-3	3
Fijador- blanqueador	Tiosulfato amónico	7783-18-8	2
	Bisulfito de sodio		
	Ácido etilediaminotetraacético férrico amónico	21265-50-9	-
	Ácido etilediaminotetraacético amónico	7379-26-2	-
	Metabisulfito sódico	7681-57-4	3
	Sulfito amónico	10196-04-0	-
	Acetato amónico	631-61-8	3
Estabilizador	Formaldehído	50-00-0	3
	Hexametilentetramina	100-97-0	3
	Dietanolamina	111-42-2	3
	Sulfato de éter alquil sódico	68585-34-2	-
	Polivinilpirrolidona	9003-39-8	2
	Nitrato magnésico	10377-60-3	3
	Propilenglicol	57-55-6	2
	Benzoisotiazolana	2634-33-5	2
	Isotiazolin-3-ona sustituido	-	-

### 3. GENERACION DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES

#### 3.1 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES

La actividad realizada por los laboratorios fotográficos genera emisiones y residuos que deben ser considerados al momento de realizar un plan ambiental apropiado para la empresa. En particular la plata encontrada en el fijador, fijador–blanqueador, estabilizador y blanqueadores posee efectos en la gestión de residuos peligrosos y de residuos industriales líquidos.

Los residuos generados por los foto procesadores son fundamentalmente líquidos y sólidos (Fuji Hunt, 1999). Los efluentes líquidos, pueden categorizarse como residuos de baños de proceso, residuos de revelado de color y residuos de blanqueado/fijación. La tabla 3.1 muestra los tipos de residuos más probables a encontrar en esta actividad.

Tabla 3.1: Listado típico de residuos de procesos fotográficos (Washington State Department of Ecology, 1996; City of Albuquerque, 1998)

<b>Etapa asociada a generación del residuo</b>	<b>Tipo de residuo</b>	<b>Peligrosidad<sup>11</sup></b>	<b>Componente y/o característica principal</b>
Revelador	Sólido/Líquido	Peligroso	Hidroquinona
Fijador, fijador–blanqueador	Sólido/Líquido	Peligroso	Alto contenido de plata
Blanqueador C–41 RA	Líquido	No peligroso	Alto contenido de plata
Estabilizador sin lavado	Sólido/Líquido	Peligroso	Alto contenido de plata
Limpiadores del sistema	Sólido/Líquido	Peligroso	Alto contenido de cromo o pH
Contenedores de película	Sólido	No Peligroso	Reutilizables o reciclables
Película y papel desechado	Sólido	No Peligroso	Reciclable
Agua de lavado	Sólido	No Peligroso	Plata
Derrames	Sólido/Líquido	Peligroso	Varios

##### 3.1.1 Emisiones atmosféricas

Los procesos fotográficos han tenido tradicionalmente problemas mínimos de contaminación atmosférica (Washington State Department of Ecology, 1996). Una aprensión común era detectar problemas con olores y emisiones cuando el proceso esta

---

<sup>11</sup> La condición de peligrosidad se ha estimado en base al documento Borrador del Reglamento de Residuos Peligrosos del Ministerio de Salud (1998) y en el caso de esta tabla, sólo se refiere a que el residuo generado *podría ser peligroso*; con el fin de alertar al generador del potencial problema asociado.

ubicado muy cerca del público y otros negocios. En la actualidad este es un problema menor, en parte por el uso de sistemas de ventilación y también por el cambio en las formulaciones de los productos usados (por ejemplo, disminución del contenido de formaldehído y amoniaco en estabilizadores).

En particular existen de informes sobre cuantificación de la presencia de amoniaco y formaldehído<sup>12</sup> realizados por la Asociación Chilena de Seguridad que ha concluido que no existen riesgos para el personal de laboratorio de contraer enfermedades profesionales.

### 3.1.2 Residuos líquidos

En general las descargas peligrosas potencialmente presentes en los RILES generados por esta actividad son soluciones (no usadas aún, mezclas erradas y sobrantes usadas), soluciones sobrantes del reciclaje y/o regeneración de químicos y efluentes de limpiezas de tanques y otros contenedores. Los efectos ambientales principales de los parámetros recién listados son la toxicidad acuática, la demanda de oxígeno y la biodegradabilidad. Es por ello que en varios países Europeos la descarga al sistema alcantarillado está totalmente prohibida (Fuji Hunt, 1999). Al respecto véase la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Residuos líquidos de procesos fotográficos (USEPA, 1991)

Solución	Tipo Componente
Reveladores	Compuestos orgánicos
Baños de paro o detención	Compuestos orgánicos
Blanqueadores en base a ferrocianuros	Ferrocianuros
Blanqueadores en base a dicromato	Compuestos orgánicos Compuestos de cromo
Baños de fijación	Compuestos orgánicos Plata Tiocianato Compuestos de amonio Compuestos de azufre
Neutralizadores	Compuestos orgánicos
Estabilizadores	Fosfatos

Todos los residuos acuosos contienen plata, aunque en distintas formas y

<sup>12</sup> Información proporcionada por Reifschneider Foto SAC.

concentraciones, y algunos residuos están contaminados con una variedad de otros compuestos químicos (USEPA, 1991). El ión de plata libre es un bactericida efectivo que puede dañar seriamente los sistemas de tratamiento de tipo biológico. En particular el efecto de los componentes principales es el siguiente:

#### ■ Plata

El impacto de la descarga de plata en aguas es aún objeto de estudio. En la actualidad los efectos ambientales de las variadas formas de la plata no están entendidos en su totalidad. No es claro como actúa la plata en el medio ambiente y en los sistemas de alcantarillado, que tan tóxicas son las diferentes formas de plata, como éstas afectan a los organismos biológicos, o incluso, como realizar los estudios analíticos. El sector de la industria fotográfica de Estados Unidos ha hecho descargos acerca de inconsistencias en el sistema regulatorio y de fiscalización (US EPA, 1999).

En todo caso existen en varios países límites de descarga de alcantarillado o aguas naturales que fijan límites para la plata. Es así como para cumplir los límites de descarga en varios países, los laboratorios llevan sus fijadores, fijadores-blancadores y estabilizadores a empresas de recuperación de plata.

La plata que está presente en la película fotográfica y papel es removido por la formación de complejos con ion de tiosulfato en exceso en la mayoría de los procesos fotográficos. Este complejo es extremadamente estable haciendo imposible la existencia del ion libre y además 17.500 veces menos tóxico que el ion libre de plata (Fuji Hunt, 1999). No existen procedimientos analíticos confiables que permitan diferenciar el ion plata de las otras formas menos tóxicas de plata. Los tests aceptados evalúan plata total, agrupándose por lo tanto en un único compuesto de evaluación (Fuji Hunt, 1999b)

#### ■ Hidroquinona y fenoles

La hidroquinona es un químico comúnmente usado en los procesos fotográficos, así como se han reportado algunas trazas de fenoles en algunos tipos de películas y papel, con el fin de constituirse en una agente estabilizador contra el crecimiento de microorganismos (Fuji Hunt, 1999b). El fenol suele tener problemas en tratamientos pues reacciona con los cloruros, no así la hidroquinona. Desafortunadamente, un procedimiento analítico simple para fenoles también detecta la hidroquinona y dificulta distinguir entre ellos.

### 3.1.3 Residuos sólidos

El rubro tiene asociado principalmente la generación de residuos del tipo líquidos, siendo los sólidos solo los siguientes tipos: contenedores de película, película y papel desechado, filtros y cartuchos de recuperación. Sin embargo no hay que olvidar que cualquier compuesto líquidos manejado como sólido pasa a ser considerado un residuo sólido, esto debe ser especialmente considerado en el caso de los residuos peligrosos.

En la tabla 3.3 a continuación se identifican los tipos de residuos sólidos y principales características de los mismos.

Tabla 3.3: Generación de residuos sólidos (Washington State Department of Ecology, 1996)

Residuo	Estado	Componente	Contenido y/o característica
Rollos de papel/bobinas	Usado	Papel	No peligrosos, reciclable
Filtros de soluciones fotográficas	Usado	Algodón (material filtro), plata y otros componentes	Los filtros de fijadores y estabilizadores sin lavado pueden lixiviar suficiente plata como para ser considerados potencialmente residuos peligrosos (MINSAL, 1998), por lo cual debe verificarse su condición caso a caso.
Contenedores de película	Usado y/o sin uso	Plástico	No peligrosos, reutilizables o reciclables
Película y papel desechado	Usado	Papel, película	No peligrosos, reciclable
Película y papel desechado	Sin uso	Papel, película (conteniendo plata)	No peligrosos, reciclable (no se han reportado antecedentes sobre lixiviación de plata en rellenos sanitarios por esta causa).
Película y papel desechado	Sin uso y/o usado	Papel, película (conteniendo plata)	La práctica de empapar los retazos de películas con el fin de remover plata va a dejar a esta última con una capa de fijador potencialmente percolable el que puede producir que los retazos de películas sean considerados potencialmente peligrosos.

### 3.1.4 Olor

Los potenciales contaminantes atmosféricos asociados a las operaciones de procesamiento fotográfico están determinados por la química específica del proceso y las condiciones de operación de los equipos. Algunas soluciones para el procesamiento fotográfico desprenden pequeñas cantidades de vapores tales como ácido acético y alcohol bencílico o gases tales como amoníaco o dióxido de azufre. El procesamiento a temperaturas elevadas y la agitación de estanques mediante inyección de nitrógeno pueden aumentar el desprendimiento de químicos al aire y generar vapores desde las soluciones de procesamiento. Ahora bien, dependiendo de la concentración en el aire,

estos químicos pueden ser irritantes para los ojos y vías respiratorias, o crear olores.

### 3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

En la tabla 3.4 se presentan algunas características típicas asociadas las diferentes instancias de generación de residuos líquidos.

Tabla 3.4: Características de residuos líquidos (Washington State Department of Ecology, 1996)

<b>Etapas asociada a generación</b>	<b>Estado</b>	<b>Componente</b>	<b>Contenido y/o característica<sup>13</sup></b>	<b>Causa<sup>14</sup></b>
Revelador C-41 RA	Usado	Plata	3 mg/L	Listado (Y16)
Revelador blanco/negro	Sin uso	Hidroquinona	Si los reveladores son dispuestos como producto no utilizado pueden ser considerados como peligrosos (por ende es muy probable que sean manejados como sólidos).	Listado (Y16)
Revelador blanco/negro	Usado	Hidroquinona	La hidroquinona es consumida durante el uso del revelador, por lo que el residuo de revelador usado es poco probable a ser considerado como peligroso.	Listado (Y16)
Fijador, fijador-blanqueador	Usado	Plata (y otros compuestos)	3.000–8.000 mg/L. Residuo potencialmente peligroso, según MINSAL (1998)	Listado (Y16)–Plata (TL33), analítico
Estabilizador washless	Sin uso	Plata	100–300 mg/L. Residuo potencialmente peligroso, según MINSAL (1998)	Listado (Y16)–(U122)–Plata (TL33), analítico

<sup>13</sup> Se identificará en varios casos a los residuos como potencialmente peligrosos, con el fin de alertar al lector de que el residuo puede tener la característica de peligrosidad, por lo que merece la atención y el cuidado necesario. Se utiliza el término “potencialmente” ya que se debe verificar caso a caso si las concentraciones o condiciones de peligrosidad se producen efectivamente en el residuo generado. En todo caso se destaca que las condición de “potencialmente” peligroso queda asociada al uso que se ha dado al compuesto, es así como el potencial de peligrosidad del fijador no es definido por la composición del fijador en sí, sino que por la plata que arrastra después de ser usado en el proceso fotográfico. Esto queda indicado en la columna cuando corresponda.

<sup>14</sup> Se presenta la causa de la potencial peligrosidad; esto se hace considerando el borrador del Reglamento de Residuos Peligrosos del Ministerio de Salud (1998).

<b>Etapa asociada a generación</b>	<b>Estado</b>	<b>Componente</b>	<b>Contenido y/o característica<sup>13</sup></b>	<b>Causa<sup>14</sup></b>
Limpiadores del sistema	Sin uso y/o usado	Cromo, cianuro, otros metales pesados, pH	Potencialmente peligroso	Listado (Y42)– Cromo (TL2), analítico
Agua de lavado	Usado	Compuestos químicos de revelado y fijado	Generalmente, estos compuestos se encuentran en concentraciones muy pequeñas por lo que se les considera un residuo no peligroso. Sin embargo, hay que considerar los límites de descarga de residuos líquidos, en particular respecto a los metales pesados y al pH	

## **4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS**

Se entenderá la prevención de la contaminación como la reducción o eliminación de residuos en el punto de generación, así como proteger los recursos naturales a través de la conservación o uso más eficiente de la energía, agua u otros materiales.

En base a esto, la prevención de la contaminación comprende actividades como reducción de residuos (o de su peligrosidad) en el origen y reciclaje en el sitio de generación (como parte del proceso productivo).

**No se consideran actividades de prevención de la contaminación** las operaciones de reciclaje y/o recuperación realizadas por un tercer establecimiento, el concentrar los componentes peligrosos para efectos de reducir su volumen o la transferencia de componentes peligrosos de un medio a otro (por ejemplo, evaporación de solventes). Tampoco son medidas de prevención el tratamiento de residuos y la disposición final de los mismos, si bien son medidas apropiadas de manejo; estas deben ser tomadas posterior a las medidas de prevención de contaminación y son materia del siguiente capítulo.

Fuentes de información pertinentes se entregan en el Anexo 1 de este documento.

### **4.1 MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN**

#### **4.1.1 Prácticas de manejo**

##### **Mantenimiento preventivo**

La mantenimiento preventivo debe ser la primera opción para prevenir la contaminación. Al implementar un programa completo de mantenimiento preventivo, los equipos funcionarán en su nivel óptimo, manteniendo la generación de residuos al mínimo. Se sugiere usar las recomendaciones presentadas en el manual de operación del equipo como punto de partida para un programa de mantenimiento preventivo.

##### **Control del proceso**

El control del proceso consiste en el monitoreo rutinario de las variables que afectan la calidad del producto. Estas variables incluyen:

- frecuencia de tasas de rellenado o refuerzo,
- temperatura de procesamiento,

- tiempo de procesamiento, y
- procedimientos de preparación de mezclas de productos químicos.

Estas deben ser revisadas periódicamente para asegurar que la calidad del producto sea buena y los residuos sean minimizados. Estas variables deben ser monitoreadas con una frecuencia establecida y de acuerdo al programa de mantención preventiva.

Los establecimientos comerciales deben también emplear tiras de control o de prueba en forma rutinaria, graficar los resultados y tomar las medidas correctivas necesarias<sup>15</sup>.

### **Control de inventario**

El manejo de inventarios químicos incluye la rotación del stock, de modo que el producto más antiguo sea utilizado primero y mantener de esta manera un suministro apropiado a mano. Esto reduce el riesgo de mantener compuestos químicos viejos. (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c)

### **Plan de respuesta a derrames**

En cualquier ocasión en que una solución es derramada en forma no intencional debe revisarse el tamaño de ésta, para saber si es necesario una limpieza simple (pañó o esponja) o se requiere, dada la envergadura del problema, materiales y procedimientos de limpieza especializados.

Para lo anterior se precisa de la elaboración de un plan de prevención y acción. Un buen plan de minimización de derrames minimizará el efecto en el medio ambiente y asegura al laboratorio una vuelta rápida a la rutina normal de trabajo. Los puntos básicos que de contener un plan de derrames son (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c):

- Un inventario de todos los compuestos químicos utilizados en el laboratorio
- Un plano (en planta) mostrando la localización de todos los compuestos químicos en el área de proceso, los drenajes, los extintores y los elementos de respuesta a los derrames.
- Una descripción de los sistemas de contención utilizados para la plata, los

---

<sup>15</sup> Estas tiras cuando son utilizadas con equipamiento de monitoreo apropiado son útiles para mantener el procesamiento bajo control. Sin embargo el uso de tiras de control sin el equipamiento esencial (tal como un densitómetro) limita su aplicabilidad y uso.

cartuchos de recuperación, los tanques de mezcla, los tanques de almacenamiento de compuestos químicos y cualquier otro contenedores que pueda romperse o filtrarse.

- Un listado de los elementos para responder a los derrames, tales como trapos, baldes, esponjas, copolímeros y otros materiales absorbentes, materiales neutralizadores y equipo de seguridad personal
- Un conjunto de procedimientos probados para responder a los derrames

EJEMPLO DE PLAN DE RESPUESTA A DERRAMES <sup>16</sup>	
<b>Equipamiento Requerido</b>	
<input type="checkbox"/> Guantes	<input type="checkbox"/> Baldes
<input type="checkbox"/> Delantal	<input type="checkbox"/> Escobillón
<input type="checkbox"/> Lentes de seguridad	<input type="checkbox"/> Esponjas
<input type="checkbox"/> Material absorbente	<input type="checkbox"/> Material neutralizante
<b>Procedimientos</b>	
1. Ponerse guantes, lentes de seguridad y delantal	
2. Contener el derrame con un escobillón o el material absorbente que esté disponible. No debe permitirse que el material alcance el drenaje.	
3. Revisar la hoja de seguridad del compuesto derramado, para ver la necesidad de algún manejo especial, tal como ventilación, protección personal u otro	
4. Limpiar de la forma indicada	
5. Use el escobillón y la esponja para limpiar bien el área del derrame	
6. Empacar y rotular todo el material absorbente para disposición final	
7. Notificar al encargado responsable que ha ocurrido un derrame (ver abajo)	
8. Notificar a la autoridad sanitaria que ha ocurrido un derrame (ver abajo)	
<b>Personal responsable</b>	
Sr. Juan Pérez	555-5555
Nombre	Teléfono
Sr. Juan Soto	555-5555
Nombre	Teléfono
Sr. Pedro Tapia	555-5555
Nombre	Teléfono

<sup>16</sup> City of Albuquerque (1998)

## **Aseo apropiado**

En una operación con operación ordenada y limpia, existe mayor control sobre los materiales y los equipos y menor probabilidad de derrames. El resultado es una reducción en los residuos operacionales y prevención en la contaminación. Un aseo apropiado es una practica de manejo económica que puede reducir significativamente el volumen de residuos generados, incrementar la productividad y disminuir los costos. Tres aspectos básicos de esta práctica son (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c):

- Designación de un área de almacenamiento apropiada para todos los materiales.
- Requerir a todos los empleados retornar todos los materiales y equipos a sus áreas designadas.
- Establecer un procedimiento y programación para inspeccionar compuestos químicos ingresados, almacenados, mezclados y las áreas designadas para planes de derrame y limpieza.

## **Seguridad**

El mantener todos los compuestos químicos en áreas seguras puede minimizar la ocurrencia de derrames y/o accidentes (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c):

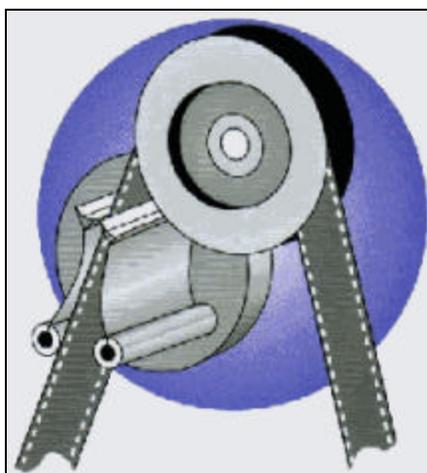
- Mantener siempre alguna persona entrenada para respuesta a derrames en la instalación o disponer de algún profesional que pueda ser contactado de inmediato.
- Restringir el ingreso de personal a áreas donde los compuestos químicos estén siendo utilizados o manejados; sólo deben ingresar personas con conocimientos de los peligros y cuidados involucrados.
- Asegurarse de que se disponga de la hoja de seguridad de cada compuesto químico existente en el laboratorio.
- Mantener un sistema de seguridad que permita saber qué personal esta presente en el laboratorio.

### 4.1.2 Modificaciones a los equipos

Una segunda categoría en las opciones de prevención de la contaminación consiste en la modificación de los equipos. Esto se refiere a los cambios hechos en los procesadores de película y papel, con el fin de reducir la generación de residuos a través del proceso. Cada una de estas opciones debe ser analizada desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, previo a ser adoptado por el laboratorio (en algunos casos un equipo no puede ser modificado, o no es una alternativa económica) (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c).

#### Rollos de estrujamiento

Figura 4.1: Esquema de rollos de estrujamiento<sup>17</sup>



Los rollos de estrujamiento (véase la figura 4.1) son un medio efectivo de prevención de la contaminación, que además mejora la recuperación de la plata. Luego que la película deja el tanque de fijado, se presenta una solución sobrante rica en plata. Los rollos de estrujamiento reducen el sobrante, manteniendo de esta forma la plata en el tanque de fijado donde el desborde puede ser enviado a la recuperación de plata, en vez de ser perdido en los tanques de lavado.

#### Recuperación de plata en línea

Es posible emplear en algunos establecimientos la recirculación con electrólisis en línea del fijador. Mediante esta técnica, el fijador es recirculado entre el estanque de procesamiento y una unidad electrolítica de recuperación de plata especialmente diseñada.

---

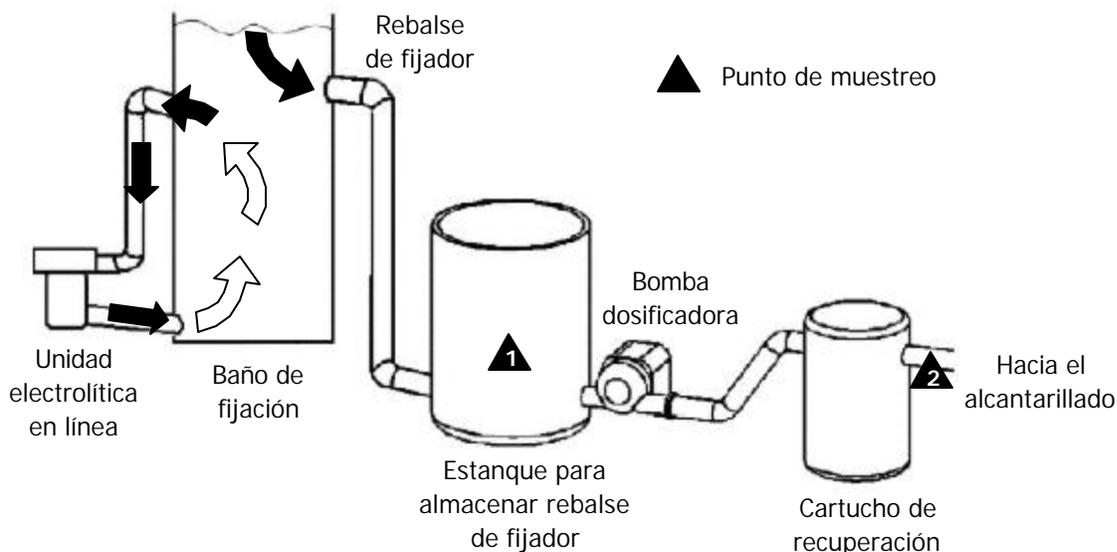
<sup>17</sup> Winfield Industries, Incorporated. URL <http://winfield-inds.com/squeegees.htm>

En el proceso electrolítico, por cada átomo de plata depositado sobre el cátodo se consume un átomo de sulfito. Es necesario por lo tanto disponer de suficiente sulfito en la solución. Si es necesario, se puede agregar más de éste al baño de fijación o se puede emplear una formulación especial de fijador con alta concentración de sulfito para compensar por el agotamiento del mismo durante la electrólisis y la recirculación. (KODAK, 1997; 1998; The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c)

Se ha señalado que es posible obtener hasta un cincuenta por ciento de reducción en el consumo de refuerzo de fijador en ciertos procesos, porque la mayoría de los componentes del fijador no se degradan de manera importante.

La figura 4.2 presenta la configuración de un sistema que incorpora una unidad de electrólisis en línea, y que tiene la capacidad de remover por lo menos un noventa y cinco por ciento de la plata. La operación de dicho sistema debe ser monitoreada midiendo la concentración de plata después de la unidad de electrólisis y después del cartucho de recuperación.

Figura 4.2: Configuración de sistema para recuperación en línea de plata (incluyendo como sistema de control un cartucho de recuperación) (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c)



Otros sistemas para la recuperación de plata, pero que no permiten la recirculación del fijador, se presentan en el capítulo siguiente.

## **Baños Stand–By**

En la actualidad la mayoría de los procesadores vienen equipados con componentes extremadamente eficientes para conservar el agua, llamados baños stand–by. Estos controlan el agua de limpieza, de forma que esta sólo se usa cuando la película esta siendo procesada. Cuando la película deja la máquina, el lavado regresa a una posición de stand–by y no vuelve a comenzar sino hasta que la próxima película es utilizada. Este equipo puede ahorrar varios litros de agua.

### **4.1.3 Modificaciones a los procesos**

#### **Regeneración y reuso de las soluciones**

El regenerar y reusar el fijador puede reducir la cantidad de compuestos químicos que requieren ser tratados o descargados al sistema de alcantarillado. Si el equipo puede ser modificado y la cantidad de películas procesadas es lo suficientemente alta, esta medida de prevención puede reducir en forma significativa la cantidad de residuos generados.

El reciclaje de compuestos químicos por terceros puede también ser una opción. En este caso el laboratorio recolecta el fijador sobrante del proceso y periódicamente se transporta la solución al reciclador, donde el fijador es tratado para remover la plata y también regenerado para su reuso. El fijador regenerado es regresado al laboratorio para su uso.

#### **Reuso y reciclaje de agua**

La reducción del volumen de agua utilizada en el proceso reduce los residuos y conserva un recurso valioso. Las modificaciones relacionadas con esto incluyen:

- Equipamiento de reciclaje de agua de lavado
- Conjunto de accesorios provistos por las empresas manufactureras tales como cronómetros para el lavado y dosificadores de agua de lavado de reposición. Hay que considerar que como el lavado tiene un efecto directo sobre la estabilidad de la imagen, cualquier cambio debe ser cuidadosamente analizado.

#### **Compuestos químicos en polvo y mezclado automatizado**

En algunas condiciones, el mezclado automático y empleo de materiales en polvo puede contribuir a la minimización de residuos al permitir una mayor vida útil del compuesto y al reducir la cantidad de materiales empleados en los empaques.

## 4.2 IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL

Los diferentes sectores productivos han realizado esfuerzos significativos para evaluar su comportamiento ambiental (revisiones o auditorías); cuentan además con variadas alternativas para reducir las eventuales emisiones (ya sea con sistemas de control o con nuevas tecnologías); y con diferentes procedimientos para minimizar los residuos. Sin embargo para ser realmente eficaces en su comportamiento ambiental, las acciones deben ser conducidas dentro de un sistema de gestión estructurado e integrado a la actividad general de gestión de la organización, con el objeto que ayude al cumplimiento de sus metas ambientales y económicas, basándose en el mejoramiento continuo.

En particular, la Norma ISO 14.001 “Sistemas de Gestión Ambiental” (INN, 1996), especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, que permita a una determinada organización formular políticas y objetivos teniendo en cuenta los requisitos legales y la información sobre impactos ambientales significativos. Esta norma se aplica a toda organización que desee:

- Mejorar la calidad de procesos y productos aumentando la eficiencia.
- Disminuir los costos, producto de un uso más eficiente de la energía y los recursos.
- Aumento de la competitividad.
- Acceso a nuevos mercados.
- Reducción de riesgos.
- Mejoramiento de las condiciones laborales y de salud ocupacional.
- Mejora de las relaciones con la comunidad, autoridades y otras empresas.

## 5. CONTROL DE LA CONTAMINACION

### 5.1 RECUPERACIÓN DE PLATA

De las técnicas disponibles para la remoción de plata desde soluciones resultantes del procesamiento fotográfico<sup>18</sup>, tres son usadas en virtualmente todos los sistemas de recuperación comercializados: electrólisis, reemplazo metálico y precipitación. Además, sistemas de intercambio iónico pueden ser usados para remover plata desde aguas de lavado, pero sólo en casos donde se deba cumplir con niveles estrictos en la descarga y cuando los costos de inversión y de operación son de importancia secundaria.

Se identifican a continuación en la tabla 5.1 los sistemas necesarios para conseguir los porcentajes de recuperación de plata que se indican, considerando las condiciones de descarga señaladas desde establecimientos de procesamiento fotográfico y radiológicos (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c).

Tabla 5.1: Aplicabilidad de los sistemas de recuperación de plata

Eficiencia de recuperación		90%		95%		99%	
Caudal Q (L/d)		Q<7,6		7,6<Q<75,7		Q>75,7	
Configuración	1 o 2 CRCs‡	F	R				
	2 o más CRCs			F	R		
	Electrólisis terminal más 1 CRC	F		F	R		
	Electrólisis terminal más 2 CRCs					F	R
	Electrólisis en línea más 1 CRCs			F			
	Electrólisis en línea más 2 CRCs			R		F	R
	Electrólisis	F					
	Electrólisis más precipitación					F	
	Precipitación			F			
	Evaporación o destilación			F		F	
	Recuperación por terceros	F	R	F	R	F	R

**R** Procesamiento radiológico

**F** Procesamiento fotográfico

‡CRCs = Chemical Recovery Cartridges (cartuchos de recuperación de químicos)

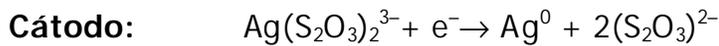
<sup>18</sup> En las que la concentración de plata es tal que su recuperación es económicamente factible tanto realizada en el mismo establecimiento generador como en un tercer establecimiento prestador de servicios. Las soluciones referidas comprenden las de fijación, blanqueado-fijación, estabilización de sistemas sin lavado, y de lavado con bajo caudal.

Los procesos y configuraciones anteriormente presentadas se explican en mayor detalle en los párrafos a continuación.

### 5.1.1 Electrólisis

En el proceso de recuperación electrolítica, corriente directa es aplicada entre dos electrodos inmersos en una solución que contiene plata. Durante el proceso un electrón es transferido desde el cátodo hacia el ión plata cargado positivamente, y simultáneamente en el ánodo, un electrón es transferido desde alguno de los productos en solución. La densidad de corriente y la duración del proceso determinarán la cantidad y calidad de la plata depositada.

Las reacciones que ocurren son (KODAK, 1997; 1998):



Complejo de Tiosulfato de Plata + Electrón → Plata Metálica + Tiosulfato



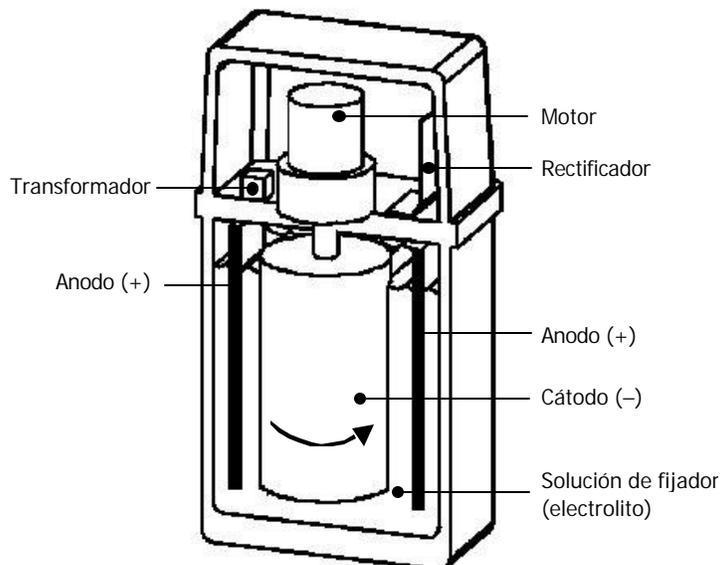
Sulfito + Agua → Sulfato + Iones de Hidrógeno + Electrones

En soluciones con elevada concentración de fierro, tales como las de blanqueado-fijación, el proceso electrolítico procede de manera más eficiente bajo condiciones de pH levemente alcalino (KODAK, 1997; 1998; The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c). Bajo condiciones ácidas el complejo de fierro-EDTA usado en blanqueadores y blanqueadores-fijadores oxidará la plata depositada sobre el electrodo causando su resolubilización. A medida que el pH asciende, el complejo de fierro-EDTA es reducido y la deposición de la plata sobre el electrodo se vuelve más eficiente (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c).

La eficiencia del sistema depende, entre otros factores, del contacto entre la superficie del cátodo y la solución concentrada de plata; en los equipos de recuperación actualmente comercializados, lo anterior se logra por alguno de los siguientes mecanismos:

- El cátodo se mantiene en movimiento al interior de la solución; siendo de aplicación más común, la celda de cátodo rotatorio (véase la figura 5.1). Debido a la elevada transferencia de masa en las celdas electrolíticas de este diseño, éstas pueden ser usadas para recuperar plata desde soluciones de blanqueado-fijación con alta concentración de fierro.

Figura 5.1: Esquema de unidad típica de recuperación electrolítica de plata (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c)

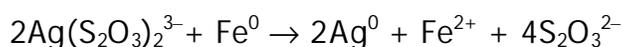


- El líquido es bombeado rápidamente sobre el cátodo estacionario. Este diseño tiende a ser algo menos eficiente que el de cátodo rotatorio, sin embargo, estas unidades generalmente requieren de menos mantención.

La recuperación electrolítica de la plata tiene ciertas desventajas. Los intentos por acelerar el proceso o por remover plata hasta concentraciones menores que 200 mg/L, ya sea prolongando el tiempo de residencia en la celda o aumentando la densidad de corriente en el cátodo, reducirán dramáticamente la eficiencia de la celda (KODAK, 1997; 1998; The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c). En las condiciones indicadas una capa negra de precipitado de sulfuro de plata recubrirá el cátodo inutilizándolo para continuar con el proceso de recuperación de plata (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c).

### 5.1.2 Reemplazo metálico

El reemplazo metálico es un proceso que ocurre cuando una solución que contiene iones disueltos de un metal activo tal como la plata, entra en contacto con un metal sólido más activo tal como el hierro. Como el proceso electrolítico, el reemplazo metálico es un proceso de reducción-oxidación. La reacción es (KODAK, 1997; 1998):

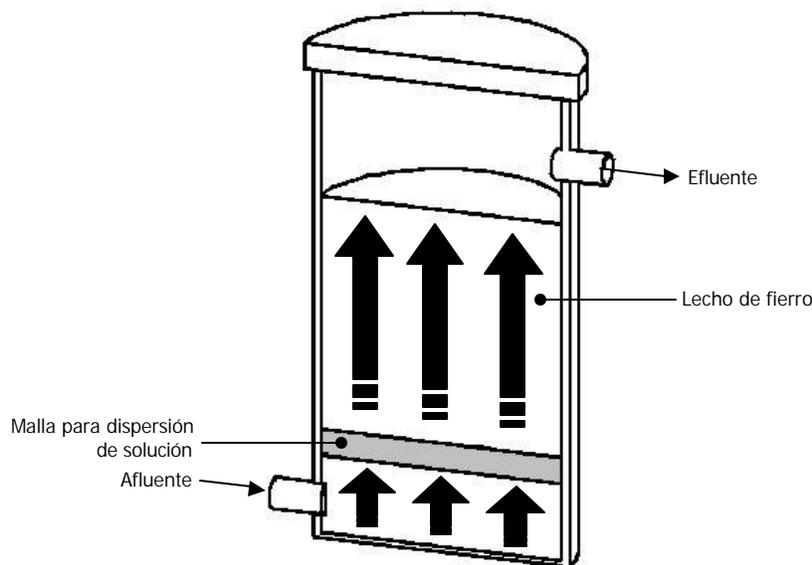


Complejo de Tiosulfato de Plata + Hierro Metálico → Plata Metálica + Ión Hierro + Tiosulfato

Los equipos comerciales usados para la recuperación son frecuentemente denominados

cartuchos de recuperación metálica (o MRCs<sup>19</sup>) o cartuchos de recuperación de químicos (o CRCs<sup>20</sup>). En la figura 5.2 a continuación se presenta un esquema típico.

Figura 5.2: Esquema de cartucho de recuperación (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c)



La concentración final de plata es afectada por el caudal, área superficial del hierro (siendo la fuente más común de hierro es lana de acero debido precisamente a su área superficial), tiempo de contacto, pH, concentración inicial de plata y la concentración de tiosulfato. Si el sistema está siendo bien operado, la concentración de plata puede ser reducida hasta menos de 5 mg/L.

A medida de que el cartucho está siendo usado, particularmente aquellos de lana de acero, puede comenzar la formación de canales<sup>21</sup>. Estos crecerán con el transcurso de tiempo y eventualmente la lana de acero puede colapsar internamente, produciéndose un rápido aumento en la concentración de plata a la salida de la unidad mucho antes de que se consuma el hierro.

Para evitar la pérdida no deseada de plata, un sistema generalmente consiste de dos cartuchos en serie. Cuando el primer cartucho está agotado, se retira, se coloca el segundo cartucho en la posición de éste, y un cartucho nuevo es colocado en la

---

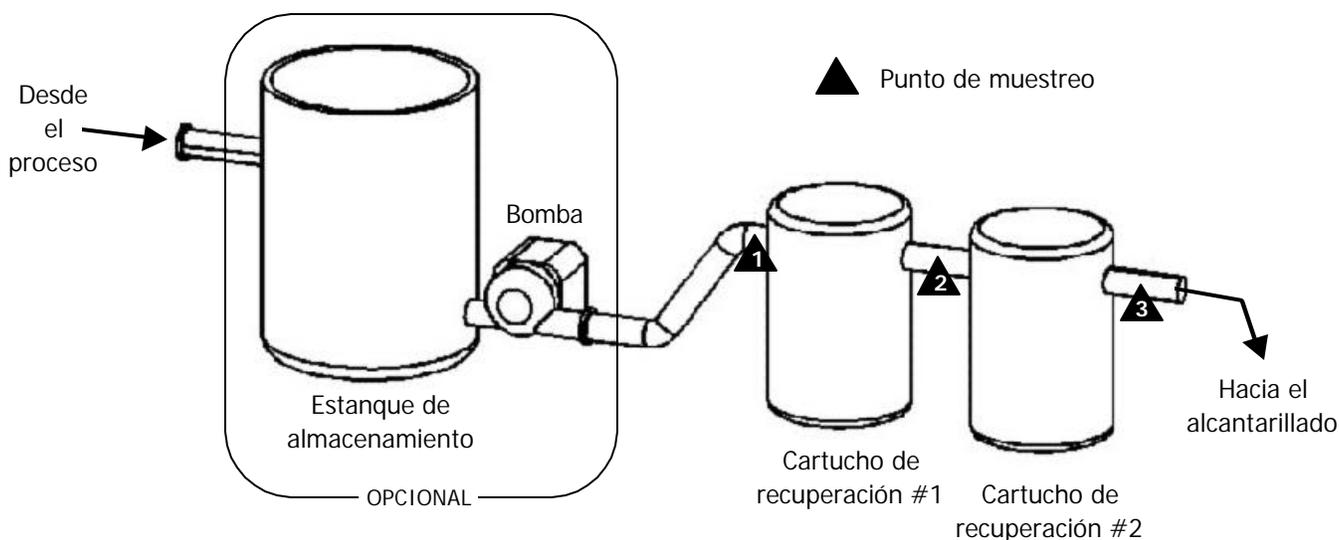
<sup>19</sup> Del inglés "Metallic Recovery Cartridges".

<sup>20</sup> Del inglés "Chemical Recovery Cartridges".

<sup>21</sup> La formación de canales también ocurre cuando un CRC es usado sólo de forma intermitente debido al bajo volumen de solución a procesar.

segunda posición (KODAK, 1997; 1998; The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c). En la figura 5.3 se presenta la configuración de un sistema de tratamiento que incorpora cartuchos de recuperación.

Figura 5.3: Sistema de dos cartuchos de recuperación (The Silver Council, 1997a; 1997b; 1997c)



Las soluciones tratadas en sistemas de reemplazo metálico no pueden ser reusadas en el proceso fotográfico porque el fierro disuelto y otros subproductos de reacción contaminarán las soluciones en los estanques de procesamiento (KODAK, 1997; 1998).

Al igual que la electrólisis, el reemplazo metálico tiene sus desventajas. Sin un buen control de flujo y adecuada mantención del sistema, pueden producirse variaciones al azar de las concentraciones de plata en el efluente. El lodo de plata retirado de los cartuchos es relativamente caro de refinar.

En la Región Metropolitana, la empresa Sociedad Comercial Degraf Ltda.<sup>22</sup> se encuentra autorizada por el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente para realizar las operaciones de fundición y recuperación de plata desde cartuchos usados.

### 5.1.3 Precipitación

Los agentes de precipitación comúnmente usados han sido sulfuros de metales alcalinos (tales como sulfuro de sodio y sulfuro de potasio) que formarán sulfuro de plata en la solución; el sulfuro de plata es removido por filtración (KODAK, 1997; 1998).

<sup>22</sup> Av. Inglaterra N°1148, Independencia; teléfonos (2) 7378854–7375411; contacto: Sr. Juan Pablo Pérez

La falta de aceptación del proceso de precipitación–filtración de sulfuro de plata puede ser atribuido principalmente a dos factores:

- La concentración de plata en la solución debe ser medida en forma precisa antes de la adición de sulfuro para evitar la sobre dosificación y eventual desprendimiento de ácido sulfhídrico gas. Hasta recientemente, no se disponía de una técnica analítica fácil y fácilmente disponible para medir la concentración de plata antes del tratamiento.
- El precipitado de sulfuro de plata es difícil de filtrar, obstruyendo el medio filtrante.

#### **5.1.4 Intercambio iónico**

El intercambio iónico se refiere a la sustitución de un ión que está en solución por uno que está unido a un polímero. A medida que la solución a ser tratada es hecha circular por la columna, la resina libera su ión de intercambio por un ión de mayor preferencia, tal como el complejo de tiosulfato de plata.

El intercambio iónico funciona mejor con soluciones diluidas tales como aguas de lavado. Un sistema de intercambio iónico bien controlado puede remover plata hasta alcanzar niveles de 0,1 a 0,5 mg/L. Sin embargo, los establecimientos de procesamiento fotográfico más pequeños tal vez no puedan operar sistemas efectivos de intercambio iónico debido al espacio requerido, costo y necesidad de profesionales con experiencia.

Los sistemas de intercambio iónico producen agua relativamente limpia que puede incluso ser reciclada a través del sistema. De hecho, con algunas características adicionales para reducir el crecimiento de microorganismos, el intercambio iónico es la base de la mayoría de las tecnologías para el reuso del agua. No obstante, cuidados adicionales deben ser tomados para conservar las propiedades de larga duración de las películas o papel cuando estos son procesados con agua de lavado recirculada (KODAK, 1997; 1998).

#### **5.1.5 Osmosis inversa**

La osmosis inversa es un proceso de concentración mediante el cual los iones se mantienen a un lado de una membrana semi–permeable mientras se permite el paso del agua a través de la membrana. Posteriormente se puede tratar el concentrado para recuperar la plata. Con aún mayor frecuencia que el caso del intercambio iónico, los requerimientos de espacio, mantención y costos asociados, tienden a hacer que esta tecnología resulte impracticable para la mayoría de los establecimientos fotográficos. (KODAK, 1997; 1998)

### 5.1.6 Destilación y evaporación

Estas son dos ejemplos adicionales de sistemas de concentración.

**Destilación**—El efluente del procesamiento fotográfico es recolectado en un contenedor y calentado para evaporar el agua. En algunos aparatos, la solución alcanza ebullición y el vapor de agua es condensado. En otros, la solución es sólo calentada y el vapor liberado a la atmósfera. Las necesidades energéticas pueden ser prohibitivas y los efluentes de procesos fotográficos tienden a desprender olores desagradables cuando son calentados (KODAK, 1997; 1998).

**Evaporación**—La destilación al vacío es un proceso mediante el que se produce un vacío en un contenedor que almacena los efluentes. A una presión lo suficientemente baja, la solución comienza a hervir y el vapor de agua retirado es condensado y recolectado. Estos evaporadores pueden con frecuencia reducir el volumen del efluente en un noventa por ciento, pero los costos de inversión son relativamente altos (KODAK, 1997; 1998).

La evaporación puede ser útil en áreas donde no hay sistema de alcantarillado o los niveles aceptables para la descarga de los efluentes son lo suficientemente estrictos como para hacer necesario que se transporten las soluciones concentradas fuera del establecimiento. El vapor de agua recolectado contendrá algunos compuestos orgánicos, algo de amoníaco, y posiblemente sulfitos.

### 5.1.7 Cuadro comparativo

Se entregan a continuación en la tabla 5.2 algunos antecedentes que permiten la rápida comparación entre las limitantes de cada una de las tecnologías identificadas.

Tabla 5.2: Cuadro comparativo de procesos de recuperación de plata (KODAK, 1997; 1998)

	Electrólisis terminal	Electrólisis en-línea	Reemplazo metálico	Precipitación de sulfuro	Intercambio iónico (sólo aguas de lavado)
Concentración inicial típica de plata	2.000–12.000 mg/L	500–7.000 mg/L	Variable	Variable	<30 mg/L
Concentración final típica de plata	50–250 mg/L	Ajustable; generalmente 250–1.000 mg/L	0,5–15 mg/L	0,1–1,0 mg/L	0,1–1,0 mg/L
Soluciones susceptibles a tratamiento	La mayoría de las soluciones con alta concentración de plata	Fijadores en ciertos procesos	La mayoría de las soluciones con alta concentración de plata	La mayoría de las soluciones con alta concentración de plata	Aguas de lavado y soluciones muy diluidas con tiosulfato

	Electrólisis terminal	Electrólisis en-línea	Reemplazo metálico	Precipitación de sulfuro	Intercambio iónico (sólo aguas de lavado)
Ventajas	Puede producir plata de pureza superior al 90 por ciento	Minimiza el traspaso de plata al siguiente baño; reduce el consumo de refuerzo	Puede ser relativamente barato	Concentraciones de plata bajas constantemente	Baja concentración de plata en aguas de lavado
Desventajas	Concentración final de plata relativamente alta; generalmente se requiere de una operación secundaria	Puede ser necesario la instalación de componentes electrónicos; se requiere sistema de tratamiento terminal	Difícil determinar el momento cuando se requiere reemplazar; se descarga fierro	Requiere de asistencia de profesionales para evitar el desprendimiento de gases potencialmente tóxicos; difícil de filtrar	Caro; requiere mantención de profesionales
Aplicación	Todos los establecimientos de procesamiento fotográfico excepto laboratorios muy pequeños	Todos los establecimientos de procesamiento fotográfico excepto laboratorios muy pequeños	Todos los establecimientos de procesamiento fotográfico	Empresas proveedoras de servicios de tratamiento	Establecimientos de procesamiento fotográfico grandes

## 5.2 CONTROL DE OLORES

Aunque los olores no son siempre indicativos de condiciones seguras o inseguras, olores fuertes o la presencia de irritantes de ojos o vías respiratorias pueden indicar que la ventilación no es adecuada.

Los controles que se ha demostrado son efectivos para minimizar los niveles de químicos en el aire incluyen:

- Buen diseño y layout del proceso
- Uso de dilución mediante ventilación
- Uso de cubiertas en los estanques de proceso y de almacenamiento

Los estudios realizados por KODAK (1998b) relativos a la exposición potencial de operarios durante operaciones automatizadas indican que los vapores y gases pueden ser controlados a niveles aceptables mediante una buena ventilación en la habitación (véanse las figuras 5.4 y 5.5).

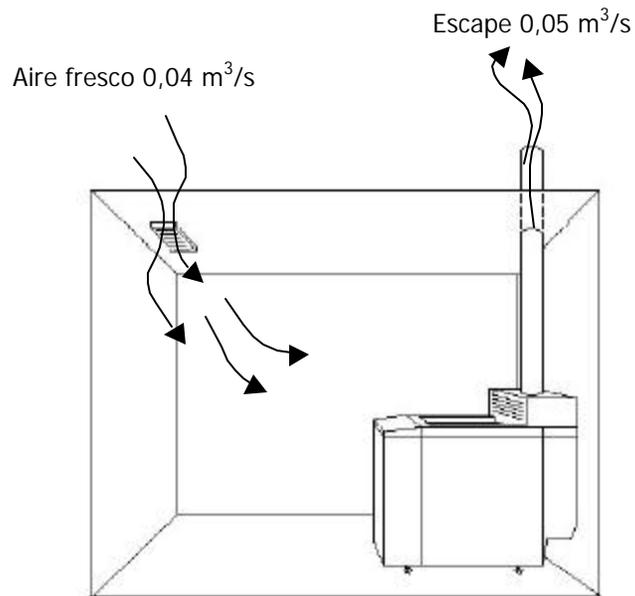


Figura 5.4. Ventilación para máquina cerrada

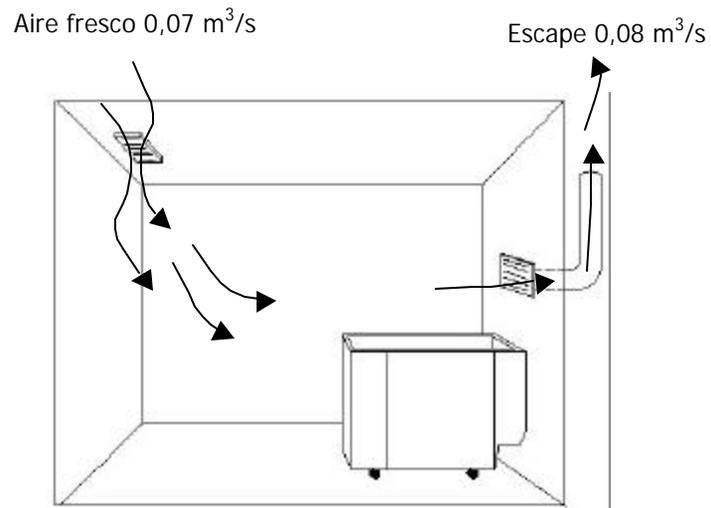


Figura 5.5: Ventilación para máquina abierta

### **5.3 RESIDUOS SÓLIDOS**

Los residuos que son manejados como sólidos y que no presenten alguna de las características de peligrosidad (MINSAL, 1998) pueden ser dispuestos en rellenos sanitarios debidamente autorizados por el Servicio de Salud correspondiente. Esto como última instancia en caso de no ser posible el reciclaje de los mismos.

Un relleno sanitario es una obra de disposición segura de residuos sólidos correspondiente a un proyecto de ingeniería. La obra incluye sistemas de control y tratamiento de emisiones en caso que estas se produzcan.

## 6. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Un **Plan de Manejo de Residuos Peligrosos** (en adelante PMRP) tiene por objetivo la definición de procedimientos y planificación de actividades relacionadas con el manejo de los residuos peligrosos, desde su generación hasta su disposición final o eliminación, de forma tal de resguardar la salud de las personas y minimizar los impactos al ambiente.

### 6.1 APLICABILIDAD DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Refiriéndose al documento del Ministerio de Salud (1998) se tiene que el esquema de decisión para determinar la pertinencia o no del PMRP es el presentado en la figura 6.1



Figura 6.1: Aplicabilidad de PMRP

Un **generador** tendrá que realizar un **PMRP** tanto si genera 12 o más kg/año de **residuos peligrosos tóxicos agudos** y/o si produce 12.000 o más kg/año de **residuos peligrosos**

#### 6.1.1 Concepto residuo peligroso

El artículo 5 del Reglamento del Ministerio de Salud (1998) define: "Un residuo o una mezcla de residuos se considerará como peligroso si en función de sus características de peligrosidad: **toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad y/o corrosividad**, puede presentar riesgo para la salud pública, provocando o contribuyendo al aumento de la mortalidad o a la incidencia de enfermedades y/o presentando efectos adversos al medio ambiente cuando es manejado o dispuesto en forma inadecuada".

#### 6.1.2 Procedimiento de determinación de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos pueden venir casi en cualquier forma, haciendo dificultosa la

determinación. Es posible encontrarlos en formas de líquido, semi sólido, sólido, o lodos. Pueden haber una serie de consideraciones prácticas que pueden ayudar a la determinación de la condición de peligrosidad. Existen dos aproximaciones en la definición de residuo peligroso:

- a) **Identificación por Listado:** El sistema de listado identifica a sustancias específicas o procesos específicos.
- b) **Identificación Analítica:** Se identifican cuatro características para residuos peligrosos: toxicidad por lixiviación, corrosividad, reactividad e inflamabilidad. Para cada uno de ellos existen ensayos de laboratorios adoptados, los cuales están basados en la normativa de Estados Unidos.

## 6.2 APLICACIÓN AL RUBRO

Se debe determinar primero si existen residuos peligrosos y después determinar la cantidad de los mismos. En base a lo anterior un análisis tipo que debería hacer el generador de residuos en el rubro de Laboratorios Fotográficos es:

- a) Identificación de Materias Primas
- b) Identificación de Residuos
- c) Clasificación de Residuos (Peligrosos o no)
- d) Calificación

Las materias primas utilizadas y los tipos de residuos ya han sido definidos en los primeros capítulos de esta guía. Es necesario revisar los puntos (c) y (d) para evaluar la aplicabilidad del un PMRP en este rubro. Los principales residuos y su relación con los "residuos peligrosos" se indican en la tabla 6.1.

Tabla 6.1: Relación de residuos "típicos" con residuos peligrosos

<b>Materia Prima</b>	<b>Listado Y<sup>23</sup></b>	<b>Analítico CMP<sup>24</sup></b>
Revelador	Y16 <sup>25</sup>	
Fijador, fijador–blanqueador	Y16	TL33 <sup>26</sup>
Blanqueador C–41 RA	Y16	TL33
Estabilizador washless	Y16	TL33
Limpiadores del sistema	Y21 <sup>27</sup> / Y42 <sup>28</sup>	TL2 <sup>29</sup> –pH
Contenedores de película		
Película y papel desechado		
Agua de lavado		
Derrames	Y16	TL2–TL33–pH
Filtros (recuperación de plata)	Y16	TL33

En particular para las materias primas se tiene la situación presentada en la tabla 6.2.

Tabla 6.2: Relación de materias primas con residuos peligrosos

<b>Materia Prima</b>	<b>CAS</b>	<b>Listado</b>			<b>Analítico CMP<sup>30</sup></b>	<b>Otro</b>
		<b>Y</b>	<b>P</b>	<b>U<sup>31</sup></b>		
4–(N–etil–N–2–metanosulfonilaminoetil)–2–metilfenilendiamina sesquisulfato monohidrato	25646–71–3					
Acetato amónico	631–61–8					
Acetato sódico	127–09–3					
Ácido acético	64–19–7					

<sup>23</sup> Artículo 6 Reglamento Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos (Minsal, 1998)

<sup>24</sup> Toxicidad por lixiviación.

<sup>25</sup> Y16: Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.

<sup>26</sup> Contenido de plata.

<sup>27</sup> Y21: Compuestos de cromo hexavalente

<sup>28</sup> Y42: Solventes orgánicos, con exclusión de solventes halogenados

<sup>29</sup> Contenido de cromo.

<sup>30</sup> Toxicidad por lixiviación.

<sup>31</sup> Anexo II, Reglamento Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos (MINSAL, 1998), Sustancias Tóxicas Crónicas.

Materia Prima	CAS	Listado			Analítico CMP <sup>30</sup>	Otro
		Y	P	U <sup>31</sup>		
Ácido etilediaminetetracético amónico	7379-26-2					
Ácido etilediaminetetracético férrico amónico	21265-50-9					
Ácido propilendiaminotetraacético férrico amónico	111687-36-6					
Ácido succínico	110-15-6					
Agua	7732-18-5					
Benzoisotiazolana	2634-33-5					
Bicarbonato de potasio	298-14-6					
Bisulfito de sodio						
Bisulfito sódico	7631-90-5					
Bromuro amónico	12124-97-9					
Bromuro potásico	3-02-58					
Carbonato de potasio	584-08-7					
Cloruro de potasio	7447-40-7					
Cromo	7440-47-3	Y21			TL2	
Dietanolamina	111-42-2					
Estilbeno sustituido	82640-05-9					
Formaldehído	50-00-0			U122		
Fosfonato sustituido	2809-21-4					
Hexametilentetramina	100-97-0					
Hidroquinona <sup>32</sup>	123-31-9					
Hidróxido potásico	1310-58-3					
Isotiazolin-3-ona sustituido	-					
Metabisulfito sódico	7681-57-4					
N,N-dietilhidroxilamina	3710-84-7					
Nitrato amónico	6484-52-2					
Nitrato magnésico	10377-60-3					
Plata	7440-22-4				TL33	
Polivinilpirrolidona	9003-39-8					
Propilenglicol	57-55-6					
Sal pentasódica del ácido pentético	140-01-2					

<sup>32</sup> La hidroquinona no es mencionada en el Reglamento del Ministerio de Salud (1998), sin embargo se considera relevante el darle un manejo apropiado.

Materia Prima	CAS	Listado			Analítico CMP <sup>30</sup>	Otro
		Y	P	U <sup>31</sup>		
Sulfato de 4-(N-etil-N-2-hidroetil)-2-metilfenildiamina	25646-77-9					
Sulfato de éter alquil sódico	68585-34-2					
Sulfato de hidroxilamina	10039-54-0					
Sulfato de litio	10377-48-7					
Sulfito amónico	10196-04-0					
Sulfito potásico	10117-38-1					
Sulfito sódico	7757-83-7					
Tiocianato amónico	1762-95-4					
Tiosulfato amónico	7783-18-8					
Trietanolamina	102-71-6					

En base a los análisis anteriores, es pertinente considerar verificar que el generador de residuos de este rubro deba realizar un PMRP. Sin embargo considerando los niveles de generación asociados a los laboratorios en el país se considera muy poco probable que tenga que elaborarse este plan en base a lo establecido en el Reglamento del Ministerio de Salud (1998).

### 6.3 COMPONENTES PLAN DE MANEJO

Un PMRP se compone de doce partes fundamentales de acuerdo a lo presentado en la tabla 6.3.

Tabla 6.3: Componentes de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos

Sección	Tema	Detalle
1	Descripción de actividades	Descripción de las actividades que se desarrollan con el proceso productivo, sus flujos de materiales e identificación de los puntos en que se generan residuos peligrosos
2	Cantidad y características de residuos	Estimación de la cantidad anual de cada tipo de residuos peligrosos generados e identificación de las características de peligrosidad
3	Minimización	Plan de minimización de la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos
4	Almacenamiento	Diseño del sitio de almacenamiento de residuos peligrosos
5	Recolección y Transporte	Definición de los procedimientos para recoger, transportar, embalar y etiquetar los residuos
6	Profesional encargado PMRP	Definición del perfil del ingeniero civil, ingeniero de ejecución o del profesional o técnico del encargado de manejo de los residuos peligrosos generados por la instalación, así como del personal encargado de operar el sistema de manejo
7	Manejo y transporte interno	Definición de los equipos, rutas y señalización que deberán

<b>Sección</b>	<b>Tema</b>	<b>Detalle</b>
		emplearse para el manejo y transporte interno de los residuos peligrosos. Debiendo considerar que el equipamiento deberá ser adecuado con el volumen, peso y forma del residuo.
8	Hojas de seguridad	Hojas de seguridad para los diferentes tipos de residuos generados en la instalación
9	Capacitación	Plan de capacitación que deberán seguir las personas que laboren en las instalaciones donde se manejan residuos peligrosos
10	Plan de contingencia	Plan de contingencia
11	Eliminación	Identificación de los procesos de eliminación a los que serán sometidos los residuos generados por la instalación o actividad
12	Registro PMRP	Definición de un sistema de registro de la generación de los residuos peligrosos, en donde se consigne al menos la cantidad en peso y/o volumen generada diariamente, la identificación de las características de peligrosidad del residuo e identificación del sitio en que se encuentra a la espera de transporte, tratamiento y/o disposición final

## 7. ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

### 7.1 GENERAL

La magnitud de los costos asociados a algunos sistemas de recuperación de plata se presenta en la tabla 7.1.

Tabla 7.1: Costos de sistemas de recuperación de plata (KODAK, 1997; 1998)

Sistema	Costo de inversión (US\$)	Costo de operación (US\$)
Electrólisis terminal (1)	2.000–30.000	Bajo
Electrólisis en-línea (1)	1.500–8.000	Bajo
Reemplazo metálico (2)	50–3.000	Alto
Precipitación de sulfuro (3)	2.000–10.000	Medio
Intercambio iónico (sólo aguas de lavado)	10.000–100.000	Alto

(1) Dependiendo del tamaño y sofisticación del equipo.

(2) Se requiere de un estanque y sistema de bombas para mejores resultados.

(3) No hay sistemas listos ("off the shelf") para comprar.

La tabla 7.2 presenta una estimación genérica de la inversión necesaria y de los costos de operación asociados para que diversos establecimientos puedan descargar un efluente con una concentración de plata en el rango de 2,5 a 5,0 mg/L; y esto considerando que dichas concentraciones pueden ser conseguidas por la mayoría de los establecimientos de procesamiento fotográfico al emplear cualquiera de los sistemas que permiten una eficiencia de recuperación de plata superior al 99 por ciento.

Tabla 7.2: Descarga en el rango de 2,5 a 5,0 mg/L de plata (The Silver Council, 1997d)

Tipo de establecimiento <sup>33</sup>	Inversión inicial en equipos (US\$)	Costo anual de operación (US\$)
Consulta dental, 1 L/d	150	90
Hospital, 75 L/d	4.500	1.600
Hospital, 150 L/d	7.500	2.650

<sup>33</sup> El tamaño del establecimiento se define de acuerdo al caudal de efluente (con concentración de plata superior a 2.000 mg/L) que requiere ser tratado.

Tipo de establecimiento <sup>33</sup>	Inversión inicial en equipos (US\$)	Costo anual de operación (US\$)
Hospital, 300 L/d	15.000	5.300
Consulta médica, 1 L/d	150	140
Consulta médica, 4 L/d	1.000	240
Consulta médica, 20 L/d	1.500	525
Imprenta o artes gráficas, 4 L/d	1.000	180
Imprenta o artes gráficas, 8 L/d	1.200	280
Imprenta o artes gráficas, 75 L/d	3.500	1.000
Minilab, sin lavado, 10 L/d	3.500	1.000
Minilab, con lavado, 4 L/d	1.000	525
Películas cinematográficas, 25 L/d	5.000	1.250
Películas cinematográficas, 95 L/d	7.500	2.250
Películas cinematográficas, 7.560 L/d	75.000	15.000

## 7.2 CARTUCHOS DE REEMPLAZO METÁLICO

La tabla 7.3 contiene algunos de los costos asociados a la implementación de sistemas de reemplazo metálico, actualmente comercializados en el país.

Tabla 7.3: Costos asociados de sistemas de reemplazo metálico

Costo de inversión				
Sistema (1)	Capacidad (2)		Dimensiones (diámetro × altura)	Costo (US\$)
	Caudal	Volumen		
Cartucho SSP250 (incluye cartucho de repuesto)	8 L/d	1.890 L	24 cm × 39 cm	1.400
Cartucho SSP500 (incluye cartucho de repuesto)	19 L/d	3.780 L	24 cm × 62 cm	2.200
Costo de operación				
Asunto			Costo (US\$)	
Filtro para cartucho SSP500			200	
Fundición (3)			10 por ciento de plata recuperada	

(1) Información aproximada proporcionada por Sr. José Calle V. de **Ecostride Chile Ltda.**, teléfono (2) 3003323 (representante en Chile de **Environmental Solutions, Inc.** 625 East 12th Street, PO Box 1064, Yazoo City, MS 39194).

(2) Considerando una concentración aproximada de 1.500 mg/L de plata.

(3) Información aproximada proporcionada por Sr. Juan Pablo Pérez de **Sociedad Comercial Degraf**

Ltda., teléfono (2) 7375411.

### 7.3 ELECTRÓLISIS

En la tabla 7.4 se presentan los costos de sistemas de recirculación mediante electrólisis diseñados para ser usados con procesos de revelado blanco y negro y tipo C-41.

Tabla 7.4: Costo de sistema electrolítico

Unidad (1)	Amperaje	Precio (Texas, US\$)
SS-325A	0,35	1.250,00
SS-350A	0,75	1.550,00
SS-360B	1,0	1.950,00
SS-3120B	2,0	2.450,00
SS-3180C	3,0	2.850,00
SS-6360C	4,0	3.250,00

(1) Environmental Compliance Company, Marble Falls, Texas  
(URL <http://www.envircomplianceco.com/pricelist.htm>).

### 7.4 INTERCAMBIO IÓNICO

En la tabla 7.5 se presenta el precio de un sistema de recirculación de agua para ser usado en la industria gráfica y en sistemas de rayos X.

Tabla 7.5: Costo de sistema de intercambio iónico

Unidad (1)	Caudal	Precio (Texas, US\$)
WRS-1	3,78 L/min	4.395,00

(1) Environmental Compliance Company, Marble Falls, Texas  
(URL <http://www.envircomplianceco.com/pricelist.htm>).

### 7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Los costos e ingresos asociados a operaciones de recuperación de plata desde soluciones con concentraciones de 2.000 y 5.000 mg/L se presentan en la tabla 7.6.

Tabla 7.6: Factibilidad de recuperación de plata (The Silver Council, 1997d)

Concentración de plata (mg/L)	2.000				
Caudal (L/s)	$4,4 \times 10^{-5}$ (1 gal/d)	$2,2 \times 10^{-4}$ (5 gal/d)	$4,4 \times 10^{-4}$ (10 gal/d)	$1,1 \times 10^{-3}$ (25 gal/d)	$4,4 \times 10^{-3}$ (100 gal/d)
Plata (onza troy/año) (1)	75	360	720	1.830	7.300
<b>Ingreso anual (US\$) (2)</b>	<b>375</b>	<b>1.800</b>	<b>3.600</b>	<b>9.150</b>	<b>36.500</b>
Costo de inversión (US\$)	130	2.500	5.000	9.000	18.000
Costo anual de inversión (US\$) (3)	25	500	1.000	1.800	3.600
Costo anual de operación (US\$)	175	450	900	1.800	3.600
Costo anual de refinación (US\$) (4)	150	250	500	800	3.100
<b>Costo anual total (US\$)</b>	<b>350</b>	<b>1.200</b>	<b>2.400</b>	<b>4.400</b>	<b>10.300</b>
<b>Retorno anual (US\$)</b>	<b>25</b>	<b>600</b>	<b>1.200</b>	<b>4.750</b>	<b>26.200</b>
Concentración de plata (mg/L)	5.000				
Caudal (L/s)	$4,4 \times 10^{-5}$ (1 gal/d)	$2,2 \times 10^{-4}$ (5 gal/d)	$4,4 \times 10^{-4}$ (10 gal/d)	$1,1 \times 10^{-3}$ (25 gal/d)	$4,4 \times 10^{-3}$ (100 gal/d)
Plata (onza troy/año) (5)	180	900	1.800	4.500	18.000
<b>Ingreso anual (US\$) (2)</b>	<b>900</b>	<b>4.500</b>	<b>9.000</b>	<b>22.500</b>	<b>90.000</b>
Costo de inversión (US\$)	250	3.000	6.000	10.000	20.000
Costo anual de inversión (US\$) (3)	50	600	1.200	2.000	4.000
Costo anual de operación (US\$)	200	500	1.000	2.000	4.000
Costo anual de refinación (US\$) (4)	360	590	760	1.900	5.800
<b>Costo anual total (US\$)</b>	<b>610</b>	<b>1.690</b>	<b>2.960</b>	<b>5.900</b>	<b>13.800</b>
<b>Retorno anual (US\$)</b>	<b>290</b>	<b>2.810</b>	<b>6.040</b>	<b>16.600</b>	<b>76.200</b>

- (1) Cantidad de plata recuperada asumiendo 2.000 mg/L (31,1 onza troy = 1.000 g); operación durante 6 días por semana y 50 semanas por año.
- (2) Se asume un precio de venta de US\$ 5,00 por onza troy (US\$ 0,16 por gramo). El precio promedio del año al 15 de noviembre de 1999 es de US\$ 5,2267 por onza troy (Sociedad Nacional de Minería de Chile, URL <http://www.sonami.cl/>).
- (3) Se asume que el costo de los equipos es pagado en 5 años. Se consideran cartuchos de reemplazo metálico para sistemas de caudal inferior a  $2,2 \times 10^{-4}$  L/s ( $1,9 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/d); para caudales superiores se consideran cartuchos de reemplazo metálico además de una unidad de electrólisis.
- (4) Para la plata recuperada por electrólisis se asume un costo de fundición y refinación de US\$ 0,50 por onza troy (US\$ 15,6 por kilogramo) si la cantidad recuperada es inferior a 1.000 onza troy (32 kg) y de US\$ 0,25 por onza troy (US\$ 7,8 por kilogramo) si la cantidad es superior. Para la plata recuperada con cartuchos de reemplazo metálico se asume un costo de fundición y refinación de US\$ 2,00 por onza troy (US\$ 62,2 por kilogramo) si la cantidad recuperada es inferior a 1.000 onza troy (32 kg) y de US\$ 1,00 por onza troy (US\$ 31,1 por kilogramo) si la cantidad es superior.
- (5) Cantidad de plata recuperada asumiendo 5.000 mg/L (31,1 onza troy = 1.000 g); operación durante 6 días por semana y 50 semanas por año.

semana y 50 semanas por año.

## **7.6 INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTIÓN AMBIENTAL**

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) posee varios instrumentos de apoyo financiero para que el sector industrial (PYME) introduzca medidas tendientes a mejorar la Gestión Ambiental. Para gastos de asesorías técnicas se han creado los siguientes mecanismos de financiamiento.

A continuación se listan los principales instrumentos y su aplicación ambiental:

- Fondo de Asistencia Técnica (FAT): Consultoría ambiental, Auditorías Ambientales, Estudios Técnico Económicos para la implementación de soluciones, Estudios de Impacto Ambiental o Declaraciones de Impacto Ambiental, Estudios de Reconversión y Relocalización Industrial, Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental.
- Las empresas que pueden acceder a este beneficio son aquellas con ventas anuales no superiores a UF 15.000, pudiendo acogerse a este sistema sólo una vez.
- Programa de Apoyo a la Gestión de Empresas Exportadoras (PREMEX): Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Certificación ISO 14.000, Certificación de Calidad ISO 9000 (alimentos), Reciclabilidad de Envases y Embalajes.
- Estos recursos están disponibles para todas las empresas exportadoras de manufacturas y software con exportaciones de US\$ 200.000 o más acumulados durante los dos últimos años y ventas netas totales de hasta US\$ 10.000.000 en el último año.
- Proyectos de Fomento (PROFO): Programas Grupales de Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Mercado de Residuos (bolsa) Plantas Centralizadas de Tratamiento de Residuos, Programas Colectivos de Mejoramiento de Procesos, Programas Colectivos de Relocalización Industrial.
- Los beneficiarios son pequeños o medianos empresarios de giros similares o complementarios con ventas anuales no superiores a las UF 100.000.
- Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC): Fondo destinado al financiamiento de proyectos de innovación e infraestructura tecnológica. Puede ser utilizado para la introducción de tecnologías limpias, tecnologías "end of pipe", misiones tecnológicas (Charlas de Especialistas Internacionales). Permite financiar hasta un 80 % del costo total del proyecto mediante una subvención de proyecto y crédito.
- Subvención de hasta un 60% del costo, con un máximo de US\$ 300.000 y crédito en

UF, a tasa de interés fija con un período de gracia equivalente a la duración del proyecto.

- Programa SUAF–CORFO: Subvención que CORFO ofrece a las empresas para la contratación de un consultor especialista en materias financieras quién elaborará los antecedentes requeridos por el Banco Comercial o empresa de Leasing para aprobar una operación crediticia.
- Las empresas deben poseer ventas netas anuales menores a UF 15.000, comprobado por las declaraciones del IVA, no deben haber cursado operaciones financieras en los últimos 6 meses, no debe tener protestos ni ser moroso de deuda CORFO o SERCOTEC.

### **Créditos Bancarios**

- Financiamiento de Inversiones de Medianas y Pequeñas Empresas (Línea B.11): Programas de descontaminación, Servicios de Consultoría, Inversiones.
- Financiamiento de Inversiones de Pequeñas Industrias Crédito CORFO–Alemania (Línea B12): Relocalización Industrial.
- Cupones de Bonificación de Primas de Seguro de Crédito y de Comisiones de Fondos de Garantía para Pequeñas Empresas.(CUBOS): Garantías para otorgar financiamiento (hipotecas, prendas) que cubren en un % el riesgo de no pago
- Las empresas deben tener ventas netas anuales que se encuentren entre las UF 2.400 y las UF 15.000 (IVA excluido) con un mínimo de 12 meses de antigüedad en el giro y un patrimonio neto de UF 800. El monto mínimo de la operación es de UF 150 con un máximo de UF 3.000.

## 8. SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL

Las normativas de seguridad y salud ocupacional aplicables en general a las actividades productivas, se detallan en el capítulo siguiente. La información entregada en presente capítulo está relacionada con aspectos específicos de laboratorios fotográficos.

### 8.1 PROBLEMAS ASOCIADOS AL RUBRO

Para controlar los riesgos, se necesita identificar cuales son efectivamente éstos. A continuación se presentan un resumen de los factores generales que influyen en los accidentes y enfermedades en los laboratorios fotográficos.

**Compuestos químicos:** En las secciones anteriores se ha visto que la actividad fotográfica trabaja con compuestos químicos que pueden tener asociado un potencial peligro.

**Producción:** Un problema importante esta relacionado con la programación de trabajo. Generalmente si se trabaja contra el tiempo y con mucha presión se aumenta dramáticamente el riesgo de accidentes. La productividad depende de la eficiencia del trabajo, la cual depende de la experiencia, capacitación, y disponibilidad de los trabajadores, y la ausencia de accidentes durante el trabajo.

**Actitudes y Compromisos de Empresa y Trabajadores:** La actitud de la mayoría de las personas frente a la prevención de accidentes es considerarla como un problema menor al cual no se debe dar mayor interés y atención; más bien se le considera una actividad que hay que hacer por obligación mas que por una necesidad. Para solucionar el problema, es muy importante que la empresa y sus trabajadores estén comprometidos con la salud y seguridad ocupacional. Ambos deben aceptar la responsabilidad para la implementación y fiscalización de las instrucciones y reglamentos de seguridad.

**Diferencias Operacionales de Equipos:** Existen diferencias menores, pero importantes, entre los diferentes modelos de equipos utilizados en el rubro. Por ejemplo, el interruptor de encendido puede ser completamente diferente entre un equipo y otro (en otro lugar, otro color, etc.).

### 8.2 ESTADÍSTICAS

Es importante notar que las estadísticas a que se refiere este rubro no indican una cantidad importante de accidentes (NIOSH, 1998)

### 8.3 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD LABORAL

Las principales consideraciones que hay que tomar son las siguientes:

**Hojas de seguridad:** En general todos los compuestos químicos deben ser manejados con cuidado, considerando el potencial peligro de cada uno de ellos. Una herramienta muy importante es la consulta de las hojas de seguridad.

**Etiquetado:** Los envases de los compuestos químicos tienen etiquetas de precaución. Dichas etiquetas junto con las hojas de seguridad entregan información suficiente a la persona que maneja el producto para saber que nivel de seguridad tiene que asociar al tipo de compuesto con el cual se está trabajando. Verificar que todos los compuestos y residuos asociados se encuentran apropiadamente rotulados.

**Almacenamiento:** Hay que dejar los compuestos y soluciones de trabajo sólo al alcance del personal que va a trabajar con él. No almacenar estos compuestos donde se almacene comidas o bebidas.

**Limpieza Personal:** Una vez utilizado los compuestos químicos realizar un buen lavado de manos, especialmente antes de comer o beber.

**Limpieza Area Trabajo:** Limpiar los compuestos químicos derramados lo más pronto posible (estos residuos pueden secarse y eventualmente ser aspirados por el personal), con jabón y agua. Usar siempre guantes de goma.

**Ropa Apropriada:** Usar en lo posible mascarillas y guantes cuando se trabaja en la mezcla de las soluciones de trabajo. Limpiar en forma cuidadosa la ropa de trabajo una vez concluido la jornada, con el fin de remover todos los residuos de compuestos químicos

**Contacto con Compuestos:** Se debe evitar el contacto directo con cualquier compuesto químico, en particular los reveladores pueden producir irritación a la piel así como reacciones alérgicas.

**Accidentes:** En caso de entrar en contacto en forma accidental con compuestos químicos se debe lavar la piel con agua de la llave y un limpiador de manos no alcalino (ligeramente ácido). Si persisten síntomas de irritación o similares se debe consultar al médico. Es deseable tener una unidad de lavado de ojos, capaz de proveer un flujo de 1,5 litros por minuto durante un lapso de 15 minutos.

**Sistema de Ventilación:** Debido a la posibilidad de emitir algunos vapores o gases, y considerando principalmente confort, se recomienda reducir las concentraciones al mínimo..

**Conocer Plan de Seguridad:** Los aspectos relativos a la seguridad deben ser

conocidos por toso los empleados potencialmente expuestos, es así como debe tenerse claro la localización de sistemas de limpieza, botiquín, números de teléfonos necesarios, hojas de seguridad, etc.

**Capacitación:** Se debe realizar capacitación continua

## 9. LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA

El presente capítulo identifica la totalidad de normativas ambientales aplicables a la industria, distinguiendo entre normas que regulan la localización, emisiones atmosféricas, descargas líquidas, residuos sólidos, ruido y seguridad y salud ocupacional. Asimismo, se identifican las normas chilenas referentes al tema.

Es necesario establecer como regulación marco y general a todas las distinciones anteriormente señaladas, las siguientes:

### • Ley N° 19.300/94

Título : Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 09/03/94

### • D.S. N° 30/97

Título : Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 03/04/97

### 9.1 NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS

#### • D.S. N° 458/76

Título : Aprueba Nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones (Art. 62 y 160).  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.  
Diario Oficial : 13/04/76

#### • D.S. N° 718/77

Título : Crea la Comisión Mixta de Agricultura, Urbanismo, Turismo y Bienes Nacionales.  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.  
Diario Oficial : 05/09/77

• **D.S. N° 47/92**

Título : Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.  
Diario Oficial : 19/05/92

• **Resolución N° 20/94**

Título : Aprueba Plan Regulador Metropolitano de Santiago.  
Repartición : Gobierno Regional Metropolitano.  
Diario Oficial : 04/11/94

## 9.2 NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (Art. 89 Letra a).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68.

• **D.S. N° 144/61**

Título : Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 18/05/61

• **D.S. N° 32/90**

Título : Reglamento de Funcionamiento de Fuentes Emisoras de Contaminantes Atmosféricos que Indica en Situaciones de Emergencia de Contaminación Atmosférica.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 24/05/90

• **D.S. N° 322/91**

Título : Establece Excesos de Aire Máximos Permitidos para Diferentes Combustibles.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 20/07/91

• **D.S. N° 185/91**

Título : Reglamenta el Funcionamiento de Establecimientos Emisores de Anhídrido Sulfuroso, Material Particulado y Arsénico en Todo el Territorio Nacional.  
Repartición : Ministerio de Minería.  
Diario Oficial : 16/01/92

• **D.S. N° 4/92**

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales y Grupales Ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 02/03/92

• **D.S. N° 1.905/93**

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Calderas de Calefacción que Indica, Ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 18/11/93

• **D.S. N° 1.583/93**

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales que Indica, Ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 26/04/93

• **D.S. N° 2.467/93**

Título : Aprueba Reglamento de Laboratorios de Medición y Análisis de Emisiones Atmosféricas Provenientes de Fuentes Estacionarias.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 18/02/94

• **D.S. N° 812/95**

Título : Complementa Procedimientos de Compensación de Emisiones para Fuentes Estacionarias Puntuales que Indica.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 08/05/95

• **D.S. N° 131/96**

Título : Declaración de Zona Latente y Saturada de la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Diario Oficial : 01/08/96

**Nota:** A raíz de la declaración de la Región Metropolitana como zona saturada para PM10, PTS, CO, O<sub>3</sub> y latente por NO<sub>2</sub>, la CONAMA ha iniciado la elaboración del correspondiente Plan de Prevención y Descontaminación. Dicho plan, implicará la adopción de normas de emisión y otras medidas aplicables a las industrias de la R.M. con el objeto de cumplir con las metas de reducción de emisiones para los contaminantes ya mencionados.

• **Resolución N° 1.215/78: artículos 3, 4 y 5**

Título : Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : No publicada.

• **Resolución N° 15.027/94**

Título : Establece Procedimiento de Declaración de Emisiones para Fuentes Estacionarias que Indica.

Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.

Diario Oficial : 16/12/94

**Nota:** Actualmente, CONAMA se encuentra elaborando una norma de emisión para el contaminante arsénico, de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de la Ley N° 19.300.

• **D.S. N° 16/98**

Título : Establece Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 06/06/98

### 9.3 **NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS**

• **Ley N° 3.133/16**

Título : Neutralización de Residuos Provenientes de Establecimientos Industriales.  
Repartición : Ministerio de Obras Públicas.  
Diario Oficial : 07/09/16

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (Art. 69–76).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68

• **D.F.L. N° 1/90**

Título : Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. 1, N° 22 y 23).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 21/02/90

• **D.S. N° 351/93**

Título : Reglamento para la Neutralización de Residuos Líquidos Industriales a que se Refiere la Ley N° 3.133.  
Repartición : Ministerio de Obras Públicas.  
Diario Oficial : 23/02/93

#### • Norma Técnica Provisoria/92

Título : Norma técnica relativa a descargas de residuos industriales líquidos.

Repartición : Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Diario Oficial : No publicada.

**Nota:** Actualmente CONAMA se encuentra elaborando, de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, determinado por la Ley N° 19.300 y el D.S. N° 93/95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, una norma de emisión relativa a las descargas de residuos líquidos industriales a aguas superficiales.

#### • D.S. N°609/98

Título : Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado.

Repartición : Ministerio de Obras Públicas.

Diario Oficial : 20/07/98

### 9.4 NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS

#### • D.F.L. N° 725/67

Título : Código Sanitario (Art. 78–81).

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 31/01/68

#### • D.F.L. N° 1.122/81

Título : Código de Aguas (Art. 92).

Repartición : Ministerio de Justicia.

Diario Oficial : 29/10/81

#### • D.F.L. N° 1/89

Título : Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. N° 1).

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 21/02/90

• **D.L. N° 3.557/80**

Título : Establece Disposiciones Sobre Protección Agrícola (Art. 11).  
Repartición : Ministerio de Agricultura.  
Diario Oficial : 09/02/81

• **D.S. N° 745/92**

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Art. 17, 18, 19).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/06/93

• **Resolución N° 7.077/76**

Título : Prohíbe la incineración como método de eliminación de residuos sólidos de origen doméstico e industrial en determinadas comunas de la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : No publicada.

• **Resolución N° 5.081/93**

Título : Establece Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales.  
Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.  
Diario Oficial : 18/03/93

## 9.5 **NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS**

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (Art. 89 Letra b).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68

• **D.S. N°146/98**

Título : Establece Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas, Elaborada a Partir de la Revisión de la Norma de Emisión Contenida en el Decreto N°286, de 1984, del Ministerio de Salud.

Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia

Diario Oficial : 17/4/98

• **D.S. N° 745/92**

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 08/06/93

## 9.6 **NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (Art. 90–93).

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 31/01/68

• **D.F.L. N° 1/89**

Título : Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. 1 N°44).

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 21/02/90

• **Ley N° 16.744/68**

Título : Accidentes y Enfermedades Profesionales.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 01/02/68

• **D.F.L. N°1/94**

Título : Código del Trabajo (Art. 153–157).

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 24/01/94

• **D.S. N° 40/69**

Título : Aprueba Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 07/03/69

• **D.S. N° 54/69**

Título : Aprueba el Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 11/03/69

• **D.S. N° 20/80**

Título : Modifica D.S. N° 40/69.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 05/05/80

• **Ley N° 18.164/82**

Título : Internación de Ciertos Productos Químicos.

Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

Diario Oficial : 17/09/82

• **D.S. N° 48/84**

Título : Aprueba Reglamento de Calderas y Generadores de Vapor.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 14/05/84

• **D.S. N° 133/84**

Título : Reglamento Sobre Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas y Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes, Personal que se Desempeñe en ellas u Opere Tales Equipos.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 23/08/84

• **D.S. N° 3/85**

Título : Aprueba Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 25/04/85

• **D.S. N° 379/85**

Título : Aprueba Reglamento Sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo Destinados a Consumos Propios.

Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

Diario Oficial : 19/03/86

• **D.S. N° 29/86**

Título : Almacenamiento de Gas Licuado.

Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

Diario Oficial : 06/12/86

• **D.S. N° 50/88**

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que Aprobó el Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 21/07/88

• **D.S. N° 745/92**

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 08/06/93

• **D.S. N° 95/95**

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que Aprobó el Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 16/09/95

• **D.S. N° 369/96**

Título : Extintores Portátiles.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 06/08/96

• **D.S. N° 90/96**

Título : Reglamento de Seguridad para Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 05/08/96

• **D.S. N° 298/94**

Título : Reglamento Sobre el Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos.  
Repartición : Ministerio de Transportes.  
Diario Oficial : 11/02/95

**Nota:** Este reglamento, incorpora las siguientes NCh del INN, haciéndolas obligatorias:

NCh 382/89 : Sustancias peligrosas terminología y clasificación general.  
Diario Oficial : 29/11/89

NCh 2.120/89 : Sustancias peligrosas.  
Diario Oficial : 07/11/89

NCh 2.190/93 : Sustancias peligrosas. Marcas, etiquetas y rótulos para información del riesgo asociado a la sustancia.  
Diario Oficial : 09/06/93

NCh 2.245/93 : Hoja de datos de seguridad.  
Diario Oficial : 18/01/94

## **9.7 NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN**

En relación con las normas INN, cabe hacer presente que se trata de normas que han sido estudiadas de acuerdo con un procedimiento consensuado y aprobadas por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, persona jurídica de derecho privado, de carácter fundacional.

El cumplimiento de estas normas (norma, norma chilena y norma oficial) es de carácter voluntario y por lo tanto no son susceptibles de fiscalización. Sin embargo, estas normas pueden ser reconocidas por el Ministerio respectivo, como norma oficial de la República de Chile, mediante un Decreto Supremo. Además pueden ser incorporadas a un reglamento técnico adoptado por la autoridad en cuyo caso adquieren el carácter de obligatorias y susceptibles de fiscalización.

### 9.7.1 Normas relativas al agua

#### • Norma NCh 1.333/Of. 87

Título : Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos.  
Repartición : Instituto Nacional de Normalización.  
Diario Oficial : 22/05/87

### 9.7.2 Normativas de salud y seguridad ocupacional<sup>34</sup>

#### • Norma NCh 388/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Prevención y Extinción de Incendios en Almacenamiento de Inflamables y Explosivos.  
Repartición : Ministerio de Economía  
Diario Oficial : 30/11/55

#### • Norma NCh 385/Of. 55 / D.S. 954

Título : Seguridad en el Transporte de Materiales Inflamables y Explosivos.  
Repartición : Ministerio de Economía  
Diario Oficial : 30/08/55

#### • Norma NCh 387/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Medidas de Seguridad en el Empleo y Manejo de Materias Primas Inflamables.  
Repartición : Ministerio de Economía  
Diario Oficial : 30/11/55

---

<sup>34</sup> La repartición y fecha corresponden al Decreto Supremo citado en cada norma, y por el cual se oficializó la respectiva Norma Chilena. Para conocer el contenido de cada Norma, dirigirse al INN.

• **Norma NCh 758/Of. 71 / Res. 110**

Título : Sustancias Peligrosas, Almacenamiento de Líquidos Inflamables. Medidas Particulares de Seguridad.

Repartición : Ministerio de Economía

Diario Oficial : 25/08/71

• **Norma NCh 389/Of. 72 7 D.S. 1.164**

Título : Sustancias Peligrosas. Almacenamiento de Sólidos, Líquidos y Gases Inflamables. Medidas Generales de Seguridad.

Repartición : Ministerio de Obras Públicas

Diario Oficial : 04/11/74

• **Norma NCh 1.411/4 Of. 78 / D.S. 294**

Título : Prevención de Riesgos. Parte 4: Identificación de Riesgos de Materiales.

Repartición : Ministerio de Salud

Diario Oficial : 10/11/78

• **Norma NCh 2.164/Of. 90 / D.S. 16**

Título : Gases Comprimidos, Gases para Uso en la Industria, Uso Médico y Uso Especial. Sistema SI Unidades de Uso Normal.

Repartición : Ministerio de Salud

Diario Oficial : 30/01/90

• **Norma NCh 1.377/Of. 90 / D.S. 383**

Título : Gases Comprimidos Cilindros de Gases para uso Industrial. Marcas para la Identificación del Contenido y de los Riesgos Inherentes.

Repartición : Ministerio de Salud

Diario Oficial : 16/05/91

## 10. PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCION DE PERMISOS

La legislación actual es bastante clara para las industrias nuevas, o aquellas que se están por instalar. No obstante, para las industrias que se encuentran funcionando, es posible que se generen errores en la obtención de los permisos y certificados. Es por ello que éstas deben ser mucho más cuidadosas en el cumplimiento de las normativas vigentes y aplicables.

Previo a la instalación de una industria nueva o a la modificación de una ya existente, según lo establecido en la ley 19.300 general de bases sobre medio ambiente, y en su respectivo reglamento N°30/97, éstas deben someterse a el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Este sistema, en función de las dimensiones del proyecto y de sus impactos esperados define si la industria debe presentar un estudio de impacto ambiental o a una declaración de impacto ambiental.

La ventaja de este sistema radica en que, habiéndose efectuado la evaluación ambiental, y concluido con una resolución que califica favorablemente el proyecto, ningún organismo del estado podrá negar los permisos sectoriales por razones de tipo ambiental.

Adicionalmente, para la instalación de una industria, en general, ésta debe obtener los siguientes certificados y permisos:

- Calificación técnica (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente).
- Permiso Municipal de Edificación (Municipalidad).
- Informe sanitario (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente).
- Patente Municipal definitiva (Municipalidad).

Para la obtención de cada uno de estos certificados, es necesario previamente obtener una serie de otros permisos, dependiendo del certificado solicitado.

Las industrias que iniciaron sus funciones con anterioridad a 1992, deben obtener el certificado de calificación técnica, para verificar que están de acuerdo con el Plan Regulador de Santiago.

Actualmente toda industria nueva (inicio de actividad posterior a 1992), debe cumplir con estos certificados, ya que de otra manera ni siquiera puede iniciar las obras de construcción. Sin embargo, no existe un plan de fiscalización que verifique periódicamente, que las condiciones ambientales, sanitarias y de seguridad ocupacional se cumplan con la misma intensidad. Por este motivo, se ha verificado en las visitas realizadas, que hay empresas que una vez aprobado su informe, prácticamente se han desentendido de la seguridad ocupacional, y de la medidas ambientales.

## 10.1 CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

Para la solicitud de esta Calificación Técnica, las industrias deben llenar el formulario correspondiente en la oficina de partes del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Av. Bulnes 194 acompañándolo de los siguientes antecedentes:

- Plano de planta del local, con distribución de maquinarias y equipos.
- Características básicas de la edificación.
- Memoria técnica de los procesos.
- Diagramas de flujos.
- Anteproyecto de medidas de control de contaminación del aire, manejo de RILES, manejo de RISES y control de ruidos.
- Anteproyecto de medidas de control de riesgos y molestias a la comunidad.

Cabe notar que este certificado se debe solicitar cuando la industria aún no se construye, y sólo se tiene el proyecto de Ingeniería básica y algunos componentes con Ingeniería de detalles.

## 10.2 INFORME SANITARIO

Para la obtención de una evaluación de Informe Sanitario, se debe retirar las solicitudes y formularios pertinentes en la oficina del SESMA, llenarlos y devolverlos exclusivamente al SESMA.

Para obtener el informe sanitario, el industrial debe cumplir los siguientes requisitos:

- Solicitud de informe sanitario (SESMA).
- Declaración de capital simple inicial.
- Instructivos exigencias generales y específicas.
- Clasificación de zona (Dirección de Obras Municipales).
- Informe de cambio de uso de suelos (Servicio Agrícola Ganadero).
- Pago e inspección.

Para certificar el cumplimiento de las normas ambientales y sanitarias, al momento de presentar el certificado de informe sanitario, se debe presentar los siguientes documentos:

- Plano local con distribución de máquinas y propiedades colindantes.
- Comprobante de pago de agua potable y alcantarillado red pública (Empresa

Sanitaria).

- Autorización sanitaria para sistemas de agua potable y alcantarillado particular, cuando no exista red pública (SESMA).
- Informe de muestreos isocinéticos de material particulado de fuentes fijas (Calderas, hornos, etc.) cuando corresponda (Empresa Registrada).
- Certificados de instaladores registrados en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, de las instalaciones eléctricas y de gas (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).
- Autorización de aprobación del tratamiento y disposición de residuos industriales sólidos (SESMA).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos (SISS).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento de aguas servidas particulares (SESMA).
- Resolución autorización de casino, empresas sobre 25 empleados (Programa Control de Alimentos del SESMA).
- Certificados de revisiones y pruebas de generadores de vapor (SESMA–PROCEFF).
- Certificados y pruebas de autoclaves (SESMA–PROCEFF).
- Certificados de operadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Certificados de operadores de calderas industriales y calefacción (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Licencias de operación generadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- licencia de conducción equipos de transporte (Departamento Tránsito Público Municipalidad Respectiva).
- Informe de detección, evaluación y control de riesgos (Mutual de Seguridad y SESMA).
- Oficio aprobación del reglamento interno de higiene y seguridad (SESMA).
- Acta de constitución comité peritario higiene y seguridad, empresas sobre 25 empleados (Inspección del Trabajo de La Dirección del Trabajo).
- Contrato experto en prevención de riesgos, empresas sobre 100 empleados.
- Comprobante pago de cotizaciones de seguro (Mutual de Seguridad e Instituto de

Normalización Previsional).

El informe sanitario tiene carácter de obligatorio para todas las empresas, se debe solicitar una vez iniciada las actividades de producción de la industria, es decir, cuando la industria ya se encuentra operativa. Por esto se hace muy importante tener un informe sanitario favorable, ya que de otra manera no se puede funcionar. En el caso de tener informe sanitario desfavorable, es preciso regularizar la situación (arreglar las falencias) lo más rápido posible y solicitar de nuevo el informe sanitario, ya que de lo contrario el SESMA tiene la facultad de dar permiso de no funcionamiento, en forma indefinida, hasta que se apruebe el informe sanitario.

### **10.3 PERMISOS MUNICIPALES**

Para solicitar permiso de edificación o modificación física de la planta, la Municipalidad solicitará un listado de documentos que se deberán adjuntar y que deberán solicitarse en diferentes reparticiones de servicios:

- Patente al día Profesional
- Informe de calificación de Salud del Ambiente (SESMA o en los Servicios de Salud Jurisdiccionales).
- Factibilidad de Agua Potable (En el servicio sanitario al cual se le deberá presentar un Proyecto).
- Certificado de la Superintendencia de Servicio Sanitarios sobre residuos industriales líquidos (SISS).
- Certificado de densidad de carga de combustible (si procede), para verificación de estructuras metálicas, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Planos y memoria de Cálculo.
- Adjuntar número de trabajadores separados por sexo.
- Plano señalando sistema de prevención de riesgos, salidas de emergencia y extintores.
- En el Plano General de la planta, señalar estacionamientos y áreas verdes.
- En planos de arquitectura verificar e indicar sistema de ventilación.

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proceso de revelado e impresión tiene una serie de variaciones, pero se ha visto que los procesos típicos C-41 y RA-4 son los más populares y además bastante estrictos, teniéndose un comportamiento estándar de los diferentes laboratorios fotográficos

Los principales contaminantes asociados al rubro son de estado líquidos y están asociados a los compuestos químicos involucrados en los procesos de revelado e impresión, en particular la plata constituye el contaminante más importante, tanto por su peligrosidad como por la importancia que tiene este rubro en las cargas totales de plata al medio ambiente.

De acuerdo al Borrador del Reglamento de Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos del Ministerio de Salud de Chile (MINSAL, 1998), la plata es uno de los compuestos que son analizados en el test de toxicidad por lixiviación (TL 33), pero por otro lado la *Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado* de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (Julio, 1998), no exige un control explícito sobre este compuesto; no obstante prohíbe el vertido o descarga de "sustancias peligrosas". Las normas de uso de agua, tales como la de riego si presentan requerimientos precisos respecto a la plata. Por lo anterior, pese a que en forma explícita no se debería exigir un tratamiento de la plata previo su descarga al alcantarillado, esto aparece ambientalmente conveniente y apropiado y por otro lado asociado a la posibilidad de ahorrar un recurso importante como éste (ver capítulos 3 a 5, en torno a esta discusión).

Dado el tamaño de los laboratorios en Chile se cree poco probable que los Laboratorios Fotográficos deban hacer un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, sin embargo este debe siempre ser verificado (esto no es extensivo para otras actividades que usan en sus procesos la fotografía, como la imprenta); así mismo la necesidad de planta de tratamiento de residuos líquidos tampoco parece ser necesario por tamaño de la descarga (población equivalente).

## 12. REFERENCIAS

City of Albuquerque. 1998. Photoprocessing Code of Practice. Public Works Department, Pollution Prevention Program.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 1999. Elaboración de guías metodológicas de procedimiento, para la confección y revisión de planes de manejo de residuos peligrosos. Desarrollado por SERPRAM.

Comisión Nacional del Medio Ambiente, Región Metropolitana (CONAMA RM). 1999. Guía Técnica para el Control y Prevención de la Contaminación, Rubro Industria Gráfica.

Dirección Nacional de Aduanas. 1997. Arancel Aduanero. Modificación 24. 30.05.97. Capítulo 37, Productos Fotográficos o Cinematográficos.

Eastman KODAK Company (KODAK). 1997. Process C-41 Using KODAK FLEXICOLOR Chemicals. KODAK Publication No. Z-131.

Eastman KODAK Company (KODAK). 1997b. Process E-6 Using KODAK Chemicals. KODAK Publication No. Z-119.

Eastman KODAK Company (KODAK). 1998. Process RA-4 Using KODAK EKTACOLOR RA Chemicals. KODAK Publication No. Z-130.

Eastman Kodak Company (KODAK). 1998b. Indoor Air Quality & Ventilation in Photographic Processing Facilities. KODAK Publication No. J-314.

Eastman KODAK Company (KODAK). 1999. Using KODAK Chemicals in Minilabs. KODAK Publication No. Z-100.

Eastman KODAK Company (KODAK). 1999b. Hazard Communication for Photographic Processing Facilities. KODAK Publication No. J-311

Freeman, Harry M. 1995. Industrial Pollution Prevention Handbook. McGraw-Hill Inc.

Fuji Hunt. 1999. European Waste Management Guide.

Fuji Hunt. 1999b. The Greenlab Guide.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 1998. Anuario de Comercio Interior y Servicios. Departamento de Estadísticas de Comercio, Transporte y Servicios.

Instituto Nacional de Normalización (INN). 1996. Sistemas de Gestión Ambiental-

Especificación con Guía Para el Uso. NCh-ISO 14001.c96

JOBO Fototechnic, Inc. 1997. Instructions For The JOBO CPE-2 Plus Processor #4065 (CPE-2 Plus) & #4069 (CPE-2 Plus Starter Kit). Manual Part Number 66051. URL [http://www.jobo-usa.com/jobofoto/instructions/instructions\\_process\\_index.htm](http://www.jobo-usa.com/jobofoto/instructions/instructions_process_index.htm)

Lewis, Richard J. (Ed). 1997. SAX's Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th Edition. Van Nostrand Reinhold Company. New York.

Ministerio de Salud de la República de Chile (MINSAL). 1998. Borrador de Reglamento de Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos.

National Institute of Health and Human Services (NIOSH) & U.S. Department of Health and Human Services. 1999. Identifying High-Risk Small Business Industries. The Basis for Preventing Occupational Injury, Illness, and Fatality. NIOSH Special Hazard Review.

Photo Marketing Association International (PMA). 1994. Environmental Code of Management Practice for Minilabs. Ontario, Canada.

Prager, Jan C. 1997. Environmental Contaminant Reference Databook. Volumes I and II. Van Nostrand Reinhold Company. New York.

Prager, Jan C. (Ed). 1997a. Dangerous Properties of Industrial Materials Report. Volumes 14-16. Van Nostrand Reinhold Company. New York.

The Silver Council. 1997a. Code of Management Practice Guide for Commercial Imaging. National Association of Photographic Manufacturers, Inc.

The Silver Council. 1997b. Code of Management Practice Guide for Photo Processors. National Association of Photographic Manufacturers, Inc.

The Silver Council. 1997c. Code of Management Practice Guide for Diagnostic and Industrial X-ray Film Processors.

The Silver Council. 1997d. Code of Management Practice for Silver Dischargers. Association of Metropolitan Sewerage Agencies (AMSA) and The Silver Council.

The Silver Council. 1998. POTW Guidance Manual for the Code of Management Practice for Silver Dischargers. Association of Metropolitan Sewerage Agencies (AMSA) and The Silver Council.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1980. A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes. Municipal Environment Research Laboratory. Office of Research and Development. EPA-600/2-80-076

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1991. The Photoprocessing Industry. Office of Research y Development, U.S. Environmental Protection Agency. EPA/625/7-91/012

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1991a. Supplemental Manual on the Development and Implementation of Local Discharge Limits under the Pretreatment Program. U.S. Environmental Protection Agency. EPA/21W/4002

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1999. Chapter 3: The Photoimaging Industry. In: The Industry Sector Policy Division (ISPD), Sustainable Industry Project Phase 1 Report.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1999b. RCRA in Focus Photo Processing. Solid Waste and Response Protection Office, U.S. Environmental Protection Agency. EPA/530/K-99/002

Washington State, Department of Ecology. 1996 A Guide for Photo Processors. Environmental Management and Pollution Prevention. Publication 94-138R

## **ANEXO 1**

---

### **FUENTES DE INFORMACIÓN**

---

**DELAWARE DEPARTMENT  
OF NATURAL RESOURCES  
AND ENVIRONMENTAL  
CONTROL**

<http://www.dnrec.state.de.us/del-busi.htm>



---

**WESTERN REGIONAL  
POLLUTION PREVENTION  
NETWORK**

<http://www.westp2net.org/factshts.htm>



---

**PHOTOGRAPHIC &  
IMAGING  
MANUFACTURERS  
ASSOCIATION**

<http://www.pima.net/>



---

**OHIO ENVIRONMENTAL  
PROTECTION AGENCY**

<http://www.epa.ohio.gov/opp/avlinfo.html>



---

**PEAKS TO PRAIRIES  
POLLUTION PREVENTION  
INFORMATION CENTER**

[http://www.montana.edu/wwwpeaks/links\\_industry.htm](http://www.montana.edu/wwwpeaks/links_industry.htm)



---

**COLORADO DEPARTMENT  
OF PUBLIC HEALTH &  
ENVIRONMENT**

<http://www.cdphe.state.co.us/hm/cbchw012.html>



---

**ENVIRO\$ENSE**

<http://es.epa.gov/techinfo/case/michigan/mich-cs1.html>



---

**NORTH CAROLINA  
DEPARTMENT OF  
ENVIRONMENT, HEALTH  
AND NATURAL RESOURCES**

<http://www.p2pays.org/ref/01/00020.htm>



---

**THE SILVER COUNCIL**

<http://www.silvercouncil.org/>



---

**EASTMAN KODAK  
COMPANY**

<http://www.kodak.com/>



---

**AGFA-GEVAERT AG**

<http://www.agfaphoto.com>



---

**KONICA**

<http://www.konica.com>



---

**FUJI HUNT PHOTOGRAPHIC  
CHEMICALS, INC.**

<http://www.fujihuntusa.com/>



---

**FUJI PHOTO FILM U.S.A.  
INC.**

<http://www.fujifilm.com/>



---

**KREONITE, INC.**

<http://www.kreonite.com>



---

**NORITSU AMERICA  
CORPORATION**

<http://www.noritsu.com>

