

PGI-84/WS/1
PARIS, enero de 1984
Original inglés

PRESERVACION Y RESTAURACION DE MATERIALES
FOTOGRAFICOS EN ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS:
UN ESTUDIO DEL RAMP CON DIRECTRICES

preparado por

Klaus B. HENDRIKS

Programa General de Información y UNISIST

Organización de las Naciones Unidas
para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Asiento de catálogo recomendado:

Hendriks, Klaus B.

Preservación y restauración de materiales
fotográficos en archivos y bibliotecas: un
estudio del RAMP con directrices, preparado
por Klaus B. Hendriks (para el Programa
General de Información y UNISIST).
París: Unesco, 1984. vii, 87 págs.;
30 cm. (PGI-84/WS/1)

T. Título

II. Programa General de Información de
la Unesco y el UNISIST

III. Programa de Administración de Registros
y Archivos (RAMP)

© Unesco, 1984

PREFACIO

La División del Programa General de Información de la Unesco, a fin de satisfacer mejor las necesidades de los Estados Miembros, en particular los países en desarrollo, en los sectores especializados de la gestión de registros y la administración de archivos, ha establecido un programa a largo plazo de Administración de Registros y Archivos (RAMP).

Los elementos básicos del RAMP reflejan los temas propios del Programa General de Información. En consecuencia, el RAMP comprende proyectos, estudios y otras actividades destinados a:

1. Promover la formulación de políticas y planes de información (nacionales, regionales e internacionales).
2. Promover y difundir métodos, normas y patrones para el tratamiento de la información.
3. Contribuir al desarrollo de infraestructuras de información.
4. Contribuir al desarrollo de sistemas especializados de información en los campos de la educación, la cultura y la comunicación, así como en las ciencias naturales y sociales.
5. Promover la formación y educación de los especialistas y los usuarios de la información.

El presente estudio, preparado por contrato con el Consejo Internacional de Archivos (CIA) tiene por objeto informar a los archiveros, los conservadores y otras personas encargadas de la adquisición y preservación de materiales documentales en forma fotográfica sobre la naturaleza y los problemas relacionados con estos medios relativamente frágiles, así como sobre las medidas recomendadas para ayudar a su preservación. El estudio presenta los resultados de las investigaciones y la práctica más reciente en el campo de la preservación y restauración de materiales fotográficos.

Se invita a enviar comentarios y sugerencias sobre este estudio a la División del Programa General de Información, Unesco, 7 place de Fontenoy, 75700 París. También pueden pedirse a la misma dirección otros estudios preparados en virtud del RAMP.

INDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
1.1 Función de los materiales fotográficos	1
1.2 Importancia de los registros fotográficos	1
1.3 Naturaleza física de los materiales fotográficos	1
2. DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES PROCESOS FOTOGRAFICOS	3
2.1 Materiales fotográficos en blanco y negro	3
2.2 Originales de cámara	5
2.2.1 Daguerrotipos	5
2.2.2 Calotipos y negativos en papel históricos	6
2.2.3 Negativos al colodión húmedo sobre vidrio y positivos directos obtenidos por el proceso del colodión húmedo . .	7
2.2.4 Materiales de plata-gelatina	8
2.2.4.1 Placas secas de plata-gelatina	9
2.2.4.2 Negativos de plata-gelatina sobre películas plásticas . .	9
2.2.4.3 Negativos obtenidos por procesos de fotografía instantánea	9
2.2.4.4 Negativos sobre papel contemporáneos: procesos fotostáticos	10
2.2.5 Negativos obtenidos por procesos de revelado cromogénico.	10
2.3 Materiales fotograficos opacos	10
2.3.1 Copias impresas en el papel fotográfico	11
2.3.2 Papeles salinos o copias en papel salino	11
2.3.3 Copias a la albúmina	11
2.3.4 Copias al colodión-cloruro	11
2.3.5 Papeles de plata-gelatina para impresión	12
2.3.6 Copias reveladas en papel fotográfico	12
2.3.7 Papeles al bromuro	12
2.3.8 Papeles al cloruro	13
2.3.9 Papeles al clorobromuro	13
2.3.10 Papeles recubiertos de resina (papeles RC)	13
2.3.11 Otros materiales impresos históricos	14
2.3.12 Materiales de impresión exentos de plata	14
2.3.13 Otros materiales impresos contemporáneos	14
2.3.14 Diapositivas en blanco y negro	16

	<u>Página</u>
2.4 Materiales fotográficos en color	16
2.4.1 Procesos de revelado cromogénico	16
2.4.1.1 Empleo de copulantes de color externos (procesos Kodachrome)	16
2.4.1.2 Empleo de copulantes de color no difusibles incorporados (proceso Agfacolor)	17
2.4.1.3 Empleo de copulantes de color incorporados protegidos (proceso Kodacolor o proceso Ektachrome)	17
2.4.2 Procesos de imbibición del color	17
2.4.3 Procesos de blanqueo de la plata en el revelado de color	17
2.4.4 Procesos de transferencia del color por difusión	17
3. CARACTERIZACION E IDENTIFICACION DE IMAGENES FOTOGRAFICAS	18
3.1 El soporte	18
3.2 El aglutinante	19
3.3 La sustancia formadora de la imagen	20
3.4 Colorantes orgánicos	20
4. EXAMEN DE MATERIALES FOTOGRAFICOS Y ESTABILIDAD DE SUS COMPONENTES	21
4.1 Técnicas de examen de materiales fotográficos	21
4.1.1 Inspección visual	21
4.1.2 Microscopía	21
4.1.3 Densitometría	21
4.1.4 Ensayos químicos de laboratorio	22
4.2 Estabilidad del soporte	22
4.2.1 Metal	22
4.2.2 Vidrio	22
4.2.3 Papel	22
4.2.4 Papel recubierto de resina	24
4.2.5 Película plástica	24
4.3 Estabilidad del aglutinante	25
4.4 Adherencia entre el soporte y el aglutinante	27
4.5 Estabilidad de la sustancia formadora de la imagen	27
4.5.1 Plata	27
4.5.2 Colorantes orgánicos	30

	<u>Página</u>
5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PERMANENCIA DE LOS MATERIALES FOTOGRAFICOS	32
5.1 Humedad relativa	32
5.2 Temperatura	32
5.3 Reactivos químicos	33
5.4 Irrradiación	33
6. DUPLICACION Y COPIA	33
6.1 Duplicación de negativos en blanco y negro	34
6.2 Copia de positivos en blanco y negro	38
6.3 Copia de otros materiales	38
6.4 Autorradiografía	39
7. PROCESADO DE MATERIALES FOTOGRAFICOS EN BLANCO Y NEGRO CONTEMPORANEOS PARA LOGRAR LA MAXIMA PERMANENCIA POSIBLE	39
8. ENSAYO DE FOTOGRAFIAS PROCESADAS Y DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN SU CONSERVACION	42
9. PRESERVACION Y ALMACENAMIENTO	43
10. RESTAURACION DE MATERIALES FOTOGRAFICOS	47
11. INSTRUCCIONES RESUMIDAS	50
11.1 Consideraciones generales	50
11.2 Recomendaciones específicas	51
11.2.1 Identificación	51
11.2.2 Condiciones de almacenamiento: humedad relativa	51
11.2.3 Condiciones de almacenamiento: temperatura	51
11.2.4 Condiciones de almacenamiento: empleo de bajas temperaturas	51
11.2.5 Condiciones de almacenamiento: pureza del aire	51
11.2.6 Condiciones de almacenamiento: polvo	52
11.2.7 Condiciones de almacenamiento: intensidad de la luz	52
11.2.8 Condiciones de almacenamiento: envolturas de archivo	52
11.2.9 Condiciones de almacenamiento: materiales intrínsecamente inestables	52
11.2.10 Condiciones de almacenamiento: cajas y estanterías	52
11.2.11 Procesado de fotografías contemporáneas	52
11.2.12 Manejo de fotografías	53

	<u>Página</u>
11.2.13 Medidas de limpieza	53
11.2.14 Marcado de las copias fotográficas	53
11.2.15 Presentación al público	53
11.2.16 Procedimientos de emergencia	53
11.2.17 Fumigación	53
11.2.18 Impresión, duplicación y copia	54
11.2.19 Restauración	54
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55

LISTA DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1. Corte transversal esquemático de una copia fotográfica en blanco y negro	3
Figura 2. Definición de la densidad óptica	4
Figura 3. Angulos de iluminación y observación de una placa de daguerrotipo	5
Figura 4. Daguerrotipo desmontado	6
Figura 5. Corte transversal esquemático de una copia en papel salino	7
Figura 6. Morfología de los granos de plata y de los cristales de haluro de plata	8
Figura 7. Corte transversal esquemática de un papel RC	13
Figura 8. Representación esquemática de los cambios en el aglutinante	25
Figura 9. Representación esquemática de los cambios en varios aglutinantes	26
Figura 10. Representación esquemática de la degradación de la plata de la imagen	28
Figura 11. Curva característica (o curva H y D) de un material fotográfico	35
Figura 12. Formación de la imagen en la cámara y en la ampliadora .	36
Figura 13. Conservación de la orientación de la imagen en la duplicación de un negativo	37
Figura 14. Duplicación de negativos utilizando película de duplicación directa	38
Figura 15. Encapsulación con mylar utilizando cinta adhesiva por ambos lados	46
Figura 16. Encapsulación con mylar termoprecintable	47
Figura 17. Representación esquemática de los cambios en la plata de la imagen	49

LISTA DE TABLAS

	<u>Página</u>
Tabla 1. Principales componentes de los materiales fotográficos históricos	2
Tabla 2. Principales componentes de los materiales fotográficos contemporáneos	2
Tabla 3. Principales grupos de negativos fotográficos en blanco y negro	10
Tabla 4. Principales grupos de materiales monocromáticos opacos . .	15
Tabla 5. Principales factores que afectan a la permanencia . . .	29
Tabla 6. Normas corrientes del ANSI para el almacenamiento de registros fotográficos	43
Tabla 7. Práctica para el almacenamiento de película fotográfica de seguridad: recomendaciones básicas de la norma ANSI PH1.43-1981	44

PROLOGO

El propósito del presente estudio es resumir los conocimientos actualmente disponibles sobre la preservación y la restauración de materiales fotográficos, que puedan servir como guía de referencia para mantener, preservar y restaurar colecciones fotográficas.

La existencia de grandes cantidades de registros fotográficos en archivos y bibliotecas ha creado problemas de preservación de dichos registros que son, hasta cierto punto, comparables a los materiales ordinarios de papel, pero que tienen también necesidades especiales debido a su naturaleza particular. El presente estudio pretende esbozar los principales procesos fotográficos y describir la caracterización e identificación de las imágenes fotográficas. Se expondrán los factores que afectan a la estabilidad de los materiales fotográficos, el examen de los registros fotográficos y el análisis de su deterioración. Se explicará la duplicación de negativos en blanco y negro y la copia de positivos de reflexión como medios importantes de preservar imágenes fotográficas. Tales copias deben tratarse de modo que se obtengan registros de la máxima permanencia posible y se expondrán los procedimientos para conseguirlo. Otro requisito principal es la prevención del daño y el deterioro de los materiales fotográficos manteniéndolos en condiciones de almacenamiento cuidadosamente controladas que faciliten su longevidad. Sin embargo, una vez que ha ocurrido la deterioración, es en ocasiones posible corregir los errores del pasado mediante procedimientos de restauración que también se expondrán. Por último, se examinarán algunos procedimientos para ensayar tanto la estabilidad de los materiales fotográficos contemporáneos como la adecuación de los materiales utilizados para la conservación de fotografías.

Se hará hincapié en los materiales fotográficos en blanco y negro basados en la sensibilidad a la luz de los haluros de plata, cuya sustancia formadora de la imagen consiste, por lo tanto, en plata elemental. También se mencionarán las copias monocromáticas de reflexión realizadas por procesos distintos del de la plata, tales como las copias al platino y al carbón, así como las copias que contienen ciertas sales metálicas y otros pigmentos. El alcance de este estudio incluye la preservación de materiales fotográficos en color contemporáneos producidos por procesos tales como el revelado cromogénico, el blanqueo de colorantes de plata, la imbibición de colorantes y la transferencia de colorantes por difusión (tales como en las fotografías instantáneas en color).

Las observaciones y recomendaciones presentadas en este estudio constituyen la experiencia adquirida durante los últimos 8 años en el Laboratorio de Conservación de Fotografías de los Archivos Públicos del Canadá. Esta experiencia puede no coincidir en todos sus aspectos con la adquirida en otros sitios. Hemos procurado siempre apoyar las recomendaciones con datos procedentes de nuestro propio trabajo experimental o con los tomados de las publicaciones científicas y técnicas. El autor desea dar las gracias a los numerosos colegas que, de un modo u otro, han contribuido durante los últimos años a aumentar nuestro conocimiento de la naturaleza de los materiales fotográficos. Entre ellos se encuentran D.R. Madeley y D. Hopkins, que han ayudado también a la preparación de este estudio. Además, damos especialmente las gracias a L. Latka por sus excelentes servicios de redacción.

Ottawa, Ontario, Canadá
febrero de 1983

1. INTRODUCCION

1.1 Función de los materiales fotográficos

Las imágenes fotográficas fijas forman parte integrante del patrimonio visual de un país. Su función e importancia se refleja en el número cada vez mayor de exposiciones y publicaciones que contienen fotografías y en el uso que hacen de ellas los autores y los investigadores. Aunque el papel ha sido el material documental predominante durante siglos está siendo constantemente suplementado, y a veces sustituido, por materiales fotográficos tales como la micropelícula. Un tercer uso de los registros fotográficos es el de las películas cinematográficas que pueden utilizarse en forma documental para registrar acontecimientos históricos o como medio de expresión artística. Cualquiera de estas importantes aplicaciones de los registros fotográficos, o todas ellas, pueden encontrarse en los archivos y en las bibliotecas.

1.2 Importancia de los registros fotográficos

Los procedimientos fotográficos y las imágenes obtenidas con ellos han encontrado aplicación y utilización en casi todos los tipos de actividades humanas. Tanto si se utilizan en la ciencia y en la tecnología, en la exploración del espacio y la fotografía aérea, en la radiografía o como película fotográfica, como medio de preservar el contenido de información de los documentos de papel mediante la micropelícula o como medio de registro de acontecimientos históricos, como medio de expresión artística o como registro de la vida social y familiar por millones de fotógrafos aficionados en todo el mundo, las imágenes fotográficas se producen en enormes cantidades cada año. Aunque no todas ellas necesitan preservarse, muchas son ya, o llegarán a ser registros de importancia sobresaliente que darán testimonio de importantes acontecimientos y realizaciones históricos o técnicos. Como tales, constituyen una parte principal de los fondos de archivos y bibliotecas.

1.3 Naturaleza física de los materiales fotográficos

Los materiales fotográficos consisten esencialmente en un soporte sobre el que se extiende un agente aglutinante que contiene granos de plata elemental finamente dividida. Los soportes más corrientes que se encuentran en la historia de la fotografía son el papel, el vidrio, el metal y la película plástica. Durante los últimos 100 años, el aglutinante utilizado ha sido casi exclusivamente la gelatina, llamada frecuentemente en las publicaciones técnicas matriz de gelatina. Otros aglutinantes que pueden encontrarse en las fotografías históricas son el colodión y la albúmina. Además de las partículas de plata se han utilizado en los procesos fotográficos otros materiales formadores de imagen: pigmentos, como el negro de humo, y otros metales o sales metálicas, como el platino o las sales de hierro. La inmensa mayoría de las fotografías en blanco y negro tienen un soporte de papel y contienen partículas de plata en una matriz de gelatina por lo que se llaman con frecuencia copias de plata-gelatina. En la Tabla 1 se resumen los principales componentes de los materiales fotográficos históricos.

TABLA 1 - PRINCIPALES COMPONENTES
DE LOS MATERIALES FOTOGRAFICOS HISTORICOS

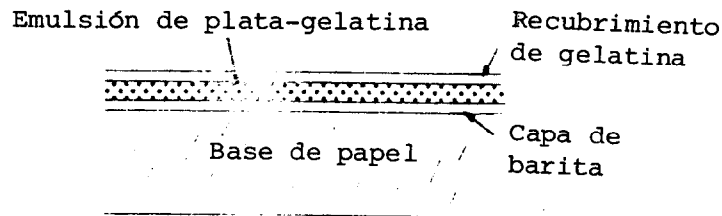
Soportes	Aglutinantes	Sustancias formadoras de la imagen
Papel	Ninguno	Plata
Vidrio	Colodi6n	Otros metales
Metal (p.e. cobre, hierro)	Albúmina Gelatina	Sales metálicas Colorantes
Pelítula plástica (p.e. nitrato de celulosa, acetato de celulosa)		Pigmentos

Con respecto a los registros fotográficos contemporáneos hay que considerar otros materiales. Durante los últimos 10 años aproximadamente ha aumentado el empleo de los llamados papeles recubiertos de resina, que deben considerarse por separado de los papeles ordinarios a base de celulosa, y nuevos sistemas formadores de la imagen. La Tabla 2 presenta los principales materiales de soporte y formadores de la imagen que se usan hoy día.

TABLA 2 - PRINCIPALES COMPONENTES
DE LOS MATERIALES FOTOGRAFICOS CONTEMPORANEOS

Soportes	Imágenes
Película plástica (p.e. acetato de celulosa, poliéster)	Plata (normalmente en capa de gelatina)
Papel	Colorantes
Papel recubierto de resina	(en las fotografías en color, normalmente en capa de gelatina)
	Diazo (colorantes monocromicos)
	Vesiculares (burbujas de nitr6geno)

Entre el soporte y el aglutinante suele haber, aunque no siempre, una capa intermedia que puede tener varias finalidades, desde constituir un adhesivo entre las dos capas hasta mejorar la calidad de la fotografía. La Figura 1 es un corte transversal esquemático de una copia fotográfica en blanco y negro, mostrando sus principales componentes. Sin embargo, puede haber otras capas, por ejemplo una para comunicar propiedades contra el enrollamiento o aumentar la resistencia al rayado superficial.



COPIA ORDINARIA DE PLATA-GELATINA

Figura 1. Corte transversal esquemático de una copia fotográfica en blanco y negro

Estos diversos elementos comunican a los materiales fotográficos una estructura estratificada única a la que se deben en gran parte sus características de estabilidad a largo plazo. Esta es una de las dos propiedades sobresalientes de los registros fotográficos. En general, las dos capas, el soporte y el aglutinante, reaccionan de un modo notablemente distinto a los cambios en las condiciones ambientales. Por ejemplo, la gelatina se contrae en mayor proporción que el papel a humedad relativa baja, haciendo que la copia fotográfica se enrolle hacia arriba. Sin embargo, cuando se expone a una humedad relativa alta (por ejemplo, superior al 80%), la copia se aplanan por sí sola sin intervención de ninguna fuerza exterior. El segundo factor sobresaliente que determina, e incluso limita, la preservación de los materiales fotográficos es la presencia de plata como sustancia formadora de la imagen. La plata es más reactiva frente a varios reactivos químicos, en particular frente a los agentes oxidantes, de lo que podría esperarse de su clasificación como metal noble, es decir, químicamente inerte. Aunque más adelante se examinarán algunos detalles de las propiedades de la plata como sustancia formadora de la imagen, cabe señalar que, por lo general, el material de soporte es el más estable de los principales componentes de una fotografía. Son notables excepciones a esta regla la base de nitrato de celulosa de las películas, las placas de vidrio (debido a su fragilidad) y, en cierta medida, los papeles recubiertos de resina contemporáneos.

2. DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES PROCESOS FOTOGRAFICOS

2.1 Materiales fotográficos en blanco y negro

Bajo este encabezamiento se agrupan las fotografías producidas por exposición a la luz de sales de plata fotosensibles suspendidas en un aglutinante orgánico, y subsiguiente procesado (es decir, revelado, fijación, lavado y secado). Las sales de plata pueden ser cualquier combinación de cloruro de plata, bromuro de plata y yoduro de plata. Al final de la exposición y el ciclo de procesado, la imagen consiste en plata elemental distribuida por el aglutinante en forma de granos microscópicos. Las zonas de gran concentración de plata son las más negras. Las zonas en las que disminuye la cantidad de plata aparecen al ojo en varios tonos de gris, mientras que las zonas exentas de plata son transparentes en las películas o las placas de vidrio y blancas en las copias positivas opacas. El grado de ennegrecimiento de una fotografía en blanco y negro se llama técnicamente densidad, que es directamente proporcional a la cantidad de plata presente. Las zonas de gran densidad, llamadas con frecuencia zonas de sombra, contienen grandes cantidades de plata, mientras que en los llamados medios tonos el contenido de plata disminuye gradualmente. Las partes prácticamente exentas de plata se llaman zonas de densidad mínima o de luz. El densitómetro es el instrumento corrientemente utilizado para medir la densidad.

La palabra densidad se define de acuerdo con la Figura 2. Una parte de la luz I_i que incide sobre una película atraviesa ésta mientras que otra parte es absorbida. El cociente entre la luz transmitida I_t y la luz incidente I_i se llama transmisión T :

$$T = \frac{I_t}{I_i}$$

El valor recíproco se llama opacidad (O):

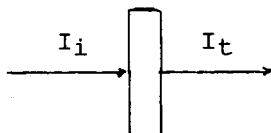
$$O = \frac{I_i}{I_t} = \frac{1}{T}$$

La densidad (D) se define como el logaritmo de la opacidad:

$$D = \log O = \log \frac{I_i}{I_t} = \log \frac{1}{T}$$

DENSIDAD

Negativo



Transmisión $T = \frac{I_t}{I_i}$

Opacidad $O = \frac{I_i}{I_t} = \frac{1}{T}$

Densidad $D = \log O = \log \frac{1}{T} = \log \frac{I_i}{I_t}$

Figura 2. Definición de la densidad óptica

La situación es análoga en las copias opacas, sustituyendo la luz transmitida por la cantidad de luz reflejada en la superficie de la fotografía. Los valores de la densidad son los logaritmos del cociente entre la luz incidente y la luz reflejada. Estos datos numéricos, cuando se combinan con los valores de la exposición necesarios para producirlos, se llaman datos sensisométricos, siendo la sensisometría la ciencia que describe "la medición del efecto de la exposición y el revelado de un material topográfico sobre la densidad de plata producida" (Mees, 1961).

La introducción del concepto de densidad y su medición (densitometría) es el reconocimiento de que los materiales fotográficos han sido durante los últimos 100 años aproximadamente el producto de una tecnología altamente desarrollada y especializada. Para comprender las propiedades de dichos productos en función de su estabilidad, así como los conceptos de duplicación y copia, es necesario conocer cómo están hechos y qué materiales se emplean en su manufactura y procesado ulterior. En este estudio se indicarán las publicaciones en las que el lector puede encontrar los detalles técnicos pertinentes. Otros conceptos técnicos se presentarán a lo largo de este estudio.

En la siguiente descripción de los principales procesos fotográficos y de las imágenes obtenidas con ellos se ha procurado clasificar los diversos tipos con arreglo a sus propiedades físicas que, a su vez, determinan sus requisitos de preservación. Las clasificaciones que utilizan el formato como carácter distintivo (por

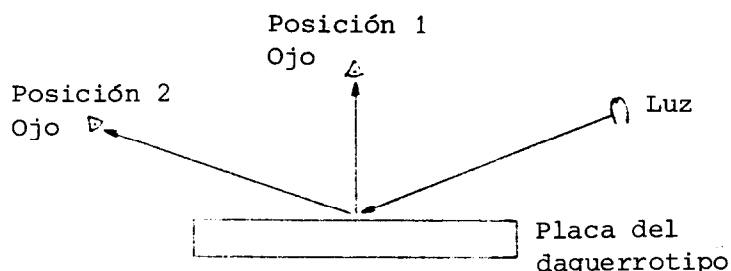
ejemplo, tarjeta de visita) o el aspecto físico (por ejemplo, fotografía de estuche, como el daguerrotipo o el ambrotipo) son improcedentes, pues no indican ninguna propiedad genérica. Una tarjeta de visita, formato $2\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{4}$ pulgadas, puede ser una copia a la albúmina o una copia a la plata-gelatina, que difieren considerablemente entre sí en sus propiedades. Análogamente, un daguerrotipo, como se verá más adelante, se obtiene por un proceso distinto del colodión húmedo con el que se hicieron los ambrotipos. En esta sección, las fotografías en blanco y negro se dividen en originales de cámara, es decir registros expuestos en una cámara que suelen ser negativos, y materiales opacos impresos, o copias positivas.

2.2 Originales de cámara

2.2.1. Daguerrotipos

Inventados por L.J.M. Daguerre en 1839 en París, consisten en partículas microscópicas de amalgama de plata (aleación de mercurio y plata) sobre una placa de cobre plateada. El proceso del daguerrotipo fue muy popular en Norteamérica hasta 1865 aproximadamente. Las imágenes obtenidas por este proceso tienen un aspecto de joya y su naturaleza es delicada: son sensibles a las sustancias químicas del medio ambiente y pueden rayarse por contacto con un dedo. En consecuencia, suelen guardarse bajo un cristal en un pequeño estuche de cuero, madera o plástico ("estuches Unión"), por lo que a menudo se llaman "fotografías de estuche". Por lo común, cada uno de ellos requiere un tratamiento individual y cuidadoso de acuerdo con su estado.

Los daguerrotipos son negativos pero se ven alternativamente como una imagen positiva o negativa según los ángulos de iluminación y observación. En contraste con los materiales impresos, cuya imagen se produce por absorción y reflexión de la luz incidente, la imagen de los daguerrotipos es visible debido a fenómenos de dispersión de la luz. Pobboravsky¹⁾ ha dado una buena reseña de este fenómeno (véase la Figura 3).



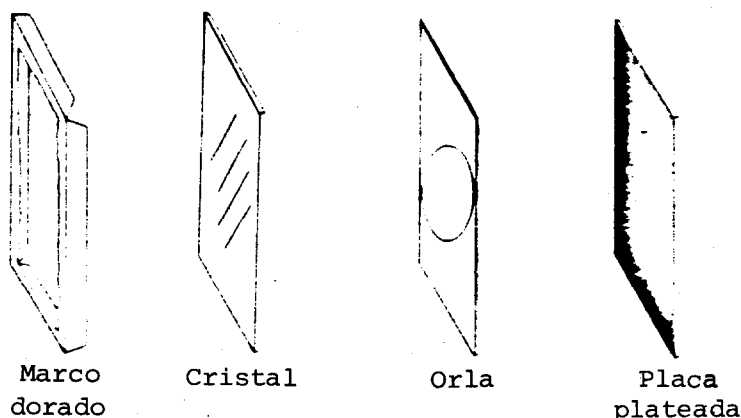
ANGULOS DE ILUMINACION Y OBSERVACION DE UNA PLACA DE DAGUERROTIPPO

I. Pobboravsky: "Studies of iodized daguerreotype plates"

Figura 3. Angulos de iluminación y observación de una placa de daguerrotipo

Si un rayo de luz procedente de una fuente luminosa puntual incide sobre una superficie de plata pulimentada bajo un cierto ángulo, un observador situado en la posición 1 ve el color negro, pues su ojo no recibe ninguna luz reflejada. La luz se refleja formando un ángulo igual al ángulo de incidencia y, por lo tanto, un observador situado en la posición 2 ve la superficie de plata pulimentada. En un segundo caso, cuando la superficie de plata contiene también partículas de amalgama de plata más o menos finas, la luz se dispersa en todas direcciones, llegando así al ojo de un observador situado en la posición 1. A estos fenómenos de dispersión se debe el aspecto de un daguerrotipo como imagen positiva y negativa simultáneamente, según los ángulos de iluminación y observación.

Cuando se encuentran en estuches, los daguerrotipos van unidos a una orla cubierta por un cristal, y este conjunto se mantiene junto con un marco dorado. La Figura 4 muestra las partes de este montaje, según Gill²⁾.



DAGUERROTIPO DESMONTADO

A.G. Gill "The daguerreotype" 1974

Figura 4. Daguerrotipo desmontado

La conservación y limpieza de daguerrotipos descoloridos ha sido competentemente examinada por Pobboravsky³⁾. Más recientemente, los daguerrotipos han sido estudiados por Swan *et al.*⁴⁾ y Barger, Messier y White⁵⁾ utilizando técnicas analíticas modernas.

2.2.2 Calotipos y negativos en papel históricos

Mientras que los daguerrotipos son originales de cámara únicos, de los que no podían hacerse copias, W.H. Fox Talbot, en Lacock Abbey (Inglaterra) expuso hojas de papel recubiertas con una capa fotosensible a fin de obtener negativos en papel, a finales de los años 1830. Esto fue el comienzo del proceso negativo-positivo tal como lo conocemos hoy día. Un negativo en papel, en el que las zonas brillantes de la escena original aparecían oscuras y las partes en sombra aparecían claras, podía imprimirse, o exponerse a la luz, en contacto con una segunda hoja de papel fotosensible para obtener una imagen positiva, lateralmente y tonalmente correcta, de la escena original. Estos positivos recibieron el nombre de "copias en papel salino" o "calotipos".

Tales negativos originales en papel, en uso durante los primeros 20 años aproximadamente de la fotografía, son raros y tienen gran valor intrínseco. Cada uno de ellos requiere un tratamiento individual como en el caso de una acuarela o una litografía.

El papel fotosensible se preparaba aplicando con un pincel una solución de cloruro sódico sobre su superficie. Una vez seco, el papel se dejaba flotar sobre una solución de nitrato de plata con lo que se formaba cloruro de plata fotosensible. Como no había ningún aglutinante, la imagen procesada consistía en partículas de plata elemental en parte depositadas sobre la superficie del papel y en parte absorbidas por las fibras de éste. La Figura 5 muestra un corte transversal esquemático de una copia en papel salino.

Ausencia de emulsión:
granos de plata sobre la superficie

.....

Base de papel

COPIA EN PAPEL SALINO

Figura 5. Corte transversal esquemático de una copia en papel salino

Talbot⁶⁾ ha dado una reseña original de la producción de este tipo de copias. Coe⁷⁾ ha descrito la impresión de copias en papel salino a partir de calotipos originales con fines de exposición al público. Durante la década de 1850, el negativo sobre papel se enceraba frecuentemente con objeto de hacer el soporte más transparente y facilitar así la impresión⁸⁾.

2.2.3 Negativos al colodión húmedo sobre vidrio y positivos directos obtenidos por el proceso del colodión húmedo

Introducidos por F.S. Archer en 1851 en Inglaterra, probablemente la mayoría de los negativos fotográficos producidos durante la segunda mitad del siglo pasado estaban expuestos sobre placas de vidrio recubiertas de colodión húmedo. El colodión, solución de nitrato de celulosa en una mezcla de alcohol y agua, se mezclaba con haluro, se vertía sobre una placa de vidrio con la superficie limpia y, por último, se sensibilizaba ésta bañándola en una solución de nitrato de plata. De este modo se formaba una haluro de plata fotosensible. La placa de vidrio así preparada tenía que exponerse en la cámara mientras estaba todavía húmeda, lo que ha dado el nombre al proceso. Si se dejaba que el colodión se secase, la placa perdía su sensibilidad.

Como el negativo expuesto se revelaba físicamente, la imagen de plata resultante estaba compuesta por granos de plata sumamente finos. En consecuencia, los negativos al colodión húmedo sobre placa de vidrio tenían un gran poder resolvente y podían reproducir detalles finos. Debido a esta propiedad, los negativos al colodión húmedo se utilizaron hasta la Segunda Guerra Mundial para la preparación de placas de impresión fotolitográficas. Por lo común, los negativos al colodión húmedo sobre placa de vidrio se barnizaban, lo que ha contribuido mucho a la preservación de la plata de la imagen. El amarilleo de esos negativos puede muy bien ser debido a una deterioración del barniz y no del colodión o de la plata de la imagen. Las revistas fotográficas del siglo XIX abundan en detalles técnicos sobre el proceso del colodión húmedo. El lector moderno podrá encontrar interesantes resúmenes en las referencias bibliográficas^{9, 10 y 11)}.

Este proceso se ha utilizado también para obtener positivos al colodión directos, que se llaman actualmente ambrotipos y ferrotipos. Después de la exposición en la cámara, un negativo al colodión húmedo sobre placa de vidrio se cubría por detrás con papel negro o una laca negra, lo que hacía que la imagen pareciera un positivo. El resultado era un ambrotipo. También se podía exponer una capa de colodión sensibilizada que se vertía sobre una placa de hierro lacada de negro a fin de obtener el mismo efecto. La imagen resultante era un ferrotipo. Los ambrotipos y los ferrotipos se guardaban con frecuencia en estuches semejantes a los descritos para los daguerrotipos. En consecuencia, se llaman a veces también "fotografías de estuche". Sin embargo debe recordarse que los daguerrotipos tienen unas características de imagen completamente diferentes de las que tienen los ambrotipos y los ferrotipos. Las fotografías obtenidas por esos dos procesos (proceso del daguerrotipo y proceso del colodión húmedo) no tienen nada en común estructuralmente ni en sus propiedades y estabilidad.

Los materiales estudiados hasta ahora se distinguían de los materiales ulteriores de plata-gelatina por dos criterios: se fabricaban a mano individualmente y eran fotosensibilizados inmediatamente antes de su uso por el fotógrafo. La sal fotosensible, un haluro de plata, se formaba en una reacción química directa sobre la superficie del soporte respectivo inmediatamente antes de la exposición. Esta situación es diferente de la que existe en los materiales descritos en la sección siguiente.

2.2.4 Materiales de plata-gelatina

En la fabricación de los materiales de registro fotográfico predominantes durante los últimos 100 años aproximadamente, los haluros de plata fotosensibles se mezclan con el aglutinante, un tipo particular de gelatina muy purificada, y la emulsión resultante se extiende, en una fase separada, sobre el material de soporte deseado. Las técnicas de fabricación empíricamente adquiridas durante las tres primeras décadas desde los años 1880, dejaron paso a procedimientos conocidos y controlados de una manera más científica, que permitieron al fabricante de emulsiones obtener los numerosos tipos distintos de películas y papeles fotográficos en blanco y negro que se utilizan hoy día. En términos generales, esto puede conseguirse modificando variables tales como la temperatura durante el proceso de preparación de la emulsión, el tipo de haluro, la sucesión en que se añaden los diversos ingredientes, la forma mecánica de añadirlos, el tipo de gelatina elegido y muchas otras. Los detalles precisos de esos procedimientos son secretos comerciales celosamente guardados, ya que la fabricación de las películas multiestratificadas actuales es tan exigente y elaborada como la fabricación en otros campos de alta tecnología. El resultado final de este conocimiento es el control preciso del tamaño y la forma de los granos de haluro de plata y de su distribución en la capa de gelatina, factores que determinan en gran parte las propiedades sensitométricas. Puesto que el tamaño y la forma de los granos de plata en los registros fotográficos procesados están determinados por los de los cristales de haluro de plata en el material no expuesto y no tratado (véase la Figura 6) ese conocimiento puede ser útil para los conservadores de colecciones fotográficas.

IMAGENES DE PLATA-GELATINA REVELADAS

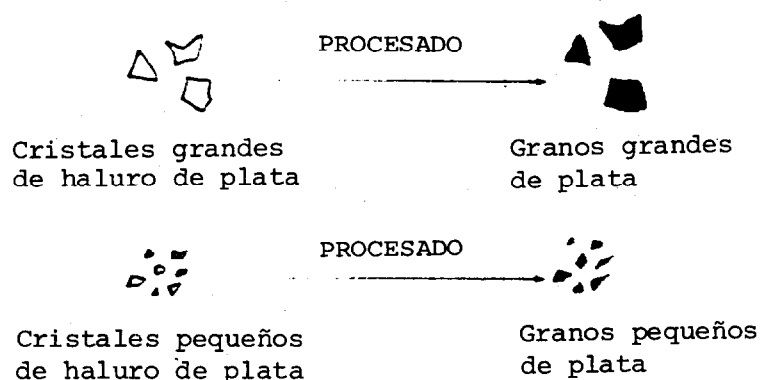


Figura 6. Morfología de los granos de plata y de los cristales de haluro de plata.

A su vez, las propiedades de los granos de plata procesados tienen una gran influencia sobre la estabilidad de la fotografía.

2.2.4.1 Placas secas de plata-gelatina

Estos materiales de cámara, en los que el colodión se sustituyó por gelatina como aglutinante necesario para mantener en su sitio los cristales pueden, como ya se ha dicho anteriormente, fabricarse y recubrirse con ayuda de máquinas. Después de 1880, las placas secas se hicieron bastante comunes. Un inconveniente importante era el peso y la fragilidad del vidrio, propiedad que también tenían los negativos al colodión húmedo en placa de vidrio. Sin embargo, eran más sensibles a la luz (tenían "mayor velocidad" en el lenguaje actual de los fotógrafos) y conservaban su sensibilidad durante varios meses después de su fabricación. Jahr¹²⁾ publicó una excelente reseña técnica sobre su fabricación. La mayoría de los negativos fijos de cámara tomados durante las dos últimas décadas del siglo XIX y los 20 primeros años aproximadamente de este siglo son placas secas de gelatina. Sin embargo, no todas las imágenes de esas placas son necesariamente negativos, ya que podían procesarse por revelado inverso para dar positivos transportes, llamados a veces placas de linterna.

2.2.4.2 Negativos de plata-gelatina sobre películas plásticas

Durante la última parte del siglo XIX se hicieron muchos intentos para recubrir materiales plásticos con emulsiones fotosensibles a fin de suprimir las desventajas de los negativos de placa de vidrio. Alrededor de 1890 aparecieron en el mercado las primeras películas fotográficas sobre soporte plástico de nitrato de celulosa. El desarrollo de este soporte de película constituyó la base de un enorme crecimiento de la naciente industria cinematográfica. Varios años después de la introducción comercial de la película de nitrato de celulosa se observó que este material tendía a desintegrarse lentamente con el tiempo además de ser sumamente inflamable. Se prepararon nuevos materiales, los tres más importantes de los cuales son el diacetato y el triacetato de celulosa, introducidos al final de los años 1920, así como la película de poliéster, introducida durante los años 1950. Estos materiales se llaman con frecuencia película de seguridad.

Sólo en números absolutos, estos materiales negativos (con inclusión de un pequeño porcentaje de diapositivas reveladas por inversión sobre película plástica) constituyen la mayor parte de los negativos fotográficos fijos de la mayoría de las colecciones históricas, junto con las copias en blanco y negro obtenidas por revelado sobre papel, que se examinarán en la sección siguiente. Es indudable que los esfuerzos de conservación se dirigirán a establecer procedimientos del tratamiento en gran escala a fin de preservar esos materiales para las futuras generaciones.

Es pertinente señalar aquí que las micropelículas y las películas cinematográficas en blanco y negro están incluidas en esta categoría. Por consiguiente, el estudio de las propiedades relacionadas con la estabilidad y el comportamiento de esos materiales frente a diversas condiciones de almacenamiento tiene capital importancia. Heyne¹³⁾ ha examinado en una publicación técnica la fabricación de películas fotográficas.

2.2.4.3 Negativos obtenidos por procesos de fotografía instantánea

Estos negativos sobre película (por ejemplo, el Tipo 665 de la Polaroid Corporation o la película Land positiva-negativa Tipo 55) están hechos de triacetato de celulosa o de poliéster. Si están correctamente procesados, es decir, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, pueden tratarse como cualquier otra película en blanco y negro.

2.2.4.4 Negativos sobre papel contemporáneos: procesos fotostáticos

El proceso fotostático (nombre comercial registrado de la Itek Corporation) es uno de los muchos procedimientos que se utilizan en los archivos y bibliotecas para la reproducción de documentos originales. Se utiliza para copiar originales de gran formato, tales como mapas y periódicos. Se obtiene un negativo sobre papel, de tal modo que la copia de una página de un periódico presenta letras blancas sobre un fondo negro.

2.2.5 Negativos obtenidos por procesos de revelado cromogénico

Estos materiales de cámara contienen colorantes orgánicos que forman la imagen negativa. Sólo existen en el comercio desde hace poco tiempo y cabe citar como ejemplos el Ilford XP-1 y el Agfa-Gevaert Vario-XL. Puesto que no contienen plata como sustancia formadora de la imagen, sus propiedades se examinarán en el contexto de los registros fotográficos en color.

En la Tabla 3 se resumen los principales grupos de negativos fotográficos en blanco y negro.

TABLA 3 - PRINCIPALES GRUPOS DE NEGATIVOS
FOTOGRAFICOS EN BLANCO Y NEGRO

Daguerrotipos

Calotipos y negativos sobre papel

Placas de vidrio al colodión húmedo
(con inclusión de los ambrotipos y ferrotipos)

Materiales de plata-gelatina

- i) placas secas (sobre vidrio)
- ii) sobre película de nitrato de celulosa
- iii) sobre película de seguridad
(triacetato de celulosa y poliéster)

Negativos obtenidos por procesos de fotografía instantánea

Negativos sobre papel contemporáneos (por ejemplo, fotostáticos)

Negativos obtenidos por procesos de revelado cromogénico

2.3 Materiales fotográficos opacos

De los muchos procesos que se han utilizado para obtener copias positivas opacas se examinarán principalmente en este estudio los materiales impresos a base de plata. Estos materiales se agrupan primero de acuerdo con la naturaleza de la sustancia formadora de la imagen, luego de acuerdo con el agente aglutinante y, por último de acuerdo con el soporte. El material formador de la imagen (plata, carbón, sales metálicas) determina en gran parte las principales características, incluida la estabilidad de la fotografía. En general, el soporte es el factor que menos influye, pues es el más estable de los tres componentes y rara vez causa problemas. Cabe citar como excepciones la película de nitrato de celulosa, la fragilidad del vidrio y los papeles recubiertos de resina actuales (papeles RC). En consecuencia, las copias fotográficas a base de plata se dividen en papeles impresos (P.I.), papeles revelados (P.R.) sobre un soporte ordinario de papel de celulosa, papeles revelados sobre

un soporte de papel recubierto de resina, otros materiales impresos históricos que no pueden clasificarse con arreglo a las propiedades del grano de plata, y materiales de procesado rápido actuales. Lo mismo que los materiales negativos, las propiedades de las fotografías en plata-gelatina han sido ampliamente estudiadas por la industria fotográfica mediante una gran variedad de técnicas analíticas y procedimientos de ensayo. Una gran parte de esa experiencia se ha publicado, lo que proporciona al conservador de colecciones fotográficas un mejor conocimiento de la preservación de esos materiales. Véase Tabla 4.

2.3.1 Copias impresas en el papel fotográfico

Los papeles de impresión que contienen, además del haluro de plata habitual, una sal orgánica de plata se exponen por contacto bajo un negativo hasta que aparece un positivo, es decir una impresión. Este proceso puede tardar desde algunos minutos hasta 45 minutos o más según el tipo de papel y la fuente de luz utilizados. No existe revelado ulterior. Luego se entona y se fija la fotografía. Los granos de plata obtenidos en el proceso de impresión son considerablemente menores y de diferente forma que los presentes en los papeles revelados. En las décadas de 1920 y 1930, Formstecher publicó los resultados de numerosos estudios sobre las propiedades de los papeles impresos, entre los cuales son particularmente útiles el (14) y el (15). Los tipos más corrientes de estas copias fotográficas se subdividen en los siguientes cuatro grupos.

2.3.2 Papeles salinos o copias en papel salino

Se encuentran entre las copias positivas más antiguas y se han mencionado anteriormente como documentos raros e históricamente importantes (véase pág. 6). Como no tienen ningún aglutinante, estas copias presentan con frecuencia un aspecto algo mate, careciendo de brillantez y profundidad. Sin embargo, el papel utilizado se aprestaba a veces primero con gelatina, lo que producía un cambio en las propiedades de las fotografías resultantes.

También se utilizó el almidón como agente de apresto (y probablemente como aglutinante), pero las fotografías de esta clase son raras y no se han publicado muchos estudios sobre ellas.

2.3.3 Copias a la albúmina

Constituyen probablemente el material fotográfico más común, y, por lo tanto, más importante, del siglo XIX. En consecuencia abundan las publicaciones sobre su fabricación, utilización y propiedades. Algunas referencias contemporáneas son las de Aleo¹⁶⁾, Kellner¹⁷⁾ y Schnaus¹⁸⁾. Hay dos importantes monografías, la de Davanne y Girard¹⁹⁾ y la de Just²⁰⁾. Reilly²¹⁾ ha publicado una introducción reciente a la fabricación y utilización de papeles de albúmina. La gama tonal y la ausencia casi completa de granulosis de los papeles de albúmina es perfectamente comparable con los negativos sobre colodión húmedo de gran contraste y grano fino a partir de los cuales se imprimieron en general. Estos son los primeros papeles fabricados a máquina con fines específicamente fotográficos. Las copias a la albúmina ocupan un lugar importante en la mayoría de las colecciones fotográficas históricas.

2.3.4 Copias al colodión-cloruro

Constituyen un importante material impreso en el que la albúmina se sustituyó por una capa de colodión y parecen haber sido más utilizadas en Europa que en Norteamérica. Mientras que los papeles de albúmina, recubiertos únicamente con clara de huevo que contenía un haluro, eran sensibilizados por el propio fotógrafo

antes de su uso, los papeles de colodión-cloruro se fabricaban completamente a máquina. A diferencia de los primeros, las copias al colodión-cloruro tienen una capa de barita entre el soporte de papel y la capa de colodión. La capa de barita, introducida hace más de 100 años²²⁾, consiste en sulfato bórico blanco finamente molido y disperso en gelatina. Esta capa desempeña varias funciones importantes. En los primeros años, una finalidad era proteger la emulsión contra las sustancias químicas perjudiciales que podían existir en el soporte de papel y reaccionar con la plata de la imagen²³⁾. La capa de barita proporciona también una superficie suave y lisa sobre la que puede extenderse la emulsión. Por último, comunica mayor blancura y brillantez a la base de papel debido al gran poder reflectante del sulfato de bario.

2.3.5 Papeles de plata-gelatina para impresión

Estos materiales, que también se recubrían a máquina, se han utilizado desde los años 1880, empezando por el papel Solio de Eastman Kodak hasta el papel Studio Proof de la misma compañía que sigue todavía en el mercado.

2.3.6 Copias reveladas en papel fotográfico

Este ha sido y sigue siendo el medio más corriente de obtener copias fotográficas desde finales del siglo pasado. Los papeles para obtener copias reveladas se exponen en un cuarto oscuro bajo un negativo durante unos segundos solamente y luego se revelan. La mayor velocidad de procesamiento constituye su principal ventaja sobre los papeles fotográficos para impresión.

Sachse²⁴⁾ publicó una de las primeras reseñas sobre el revelado de papeles fotográficos, mientras que Zimmerman²⁵⁾ examinó toda la variedad de papeles fotográficos para copias. Cobenzl²⁶⁾ publicó una reseña muy interesante sobre la fabricación y las propiedades de los papeles de emulsión.

De acuerdo con su sensibilidad, y por lo tanto con el tamaño y la forma del grano de plata resultante, los papeles revelados se dividen tradicionalmente en papeles al cloruro, al bromuro y al clorobromuro. Esta división también es útil desde el punto de vista de la conservación de tales copias. Trumm²⁷⁾ publicó una excelente reseña sobre la fabricación tanto de los papeles para impresión como para revelado, mientras que Falta²⁸⁾ examinó las propiedades de los papeles fotográficos y su evaluación.

2.3.7 Papeles al bromuro

Fueron los primeros papeles para revelado que aparecieron en el mercado en los años 1880. Su estabilidad llegó a considerarse tan grande en comparación con la de las fotografías impresas por contacto que un fabricante vendió su producto con el nombre de "bromuro permanente". Los papeles al bromuro eran de velocidad media y tenían tonos de imagen neutros. A medida que la fabricación de estos materiales se hizo más compleja, la sencilla palabra "bromuro" probablemente no indicaba nada más que el compuesto fotosensible de la materia prima, era el bromuro de plata. La publicación de los informes F.I.A.T. por las fuerzas aliadas al final de la Segunda Guerra Mundial permitió vislumbrar tras el velo del secreto comercial la complejidad de la fabricación de tales papeles. Uno de los procedimientos de fabricación desvelados fue el papel al bromuro producido por Agfa hace 40 años. Están reimprimidos por Glafkidès²⁹⁾.

2.3.8 Papeles al cloruro

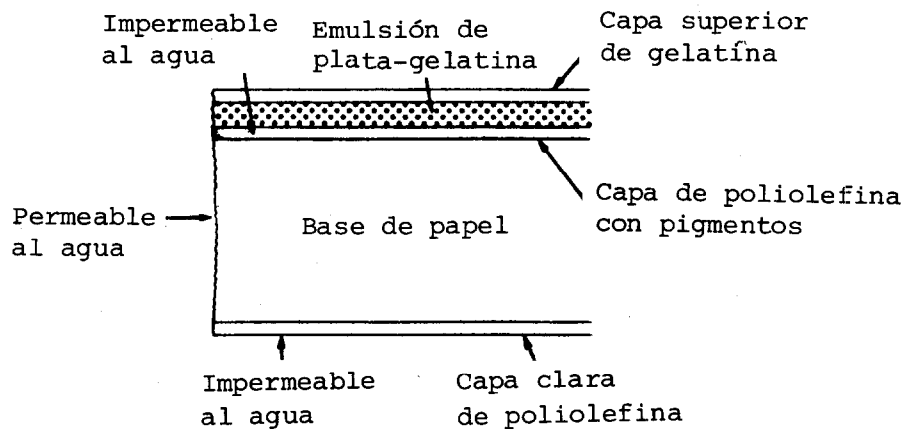
Estos materiales de copia contenían probablemente cloruro de plata como compuesto fotosensible predominante. Debido a su velocidad relativamente baja se utilizaron principalmente para la impresión por contacto. La copia terminada tiene un tono de imagen negro frío, una densidad máxima superior a la de los otros papeles revelados, un grano fino y un buen contraste. Como las primeras versiones podían usarse en un cuarto de trabajo moderadamente iluminado, se llamaron también "papeles de luz de gas"³⁰⁾.

2.3.9 Papeles al clorobromuro

Los papeles al clorobromuro son papeles amplificadores de velocidad adecuada para la proyección, que se utilizan en muchas aplicaciones comerciales. Es casi imposible distinguir estas copias de las dos precedentes por simple inspección visual. También se aplican en este caso las observaciones generales formuladas anteriormente sobre los papeles para copias reveladas.

2.3.10 Papeles recubiertos de resina (papeles RC)

Estos papeles fotográficos (llamados en francés "papeles PE", por polietileno), que se desarrollaron durante los últimos 15 años aproximadamente, se agrupan aquí por separado porque han demostrado poseer características de estabilidad diferentes de las que tienen los materiales ordinarios. Son, por supuesto, papeles para revelado y sus propiedades sensitométricas son probablemente las mismas que las de los materiales comparables a base de papel no recubierto de resina. Sin embargo, la presencia de una capa muy delgada de polietileno en cada lado de la hoja de papel ha hecho sospechar que son menos estables que los papeles ordinarios para blanco y negro. La Figura 7 representa un corte transversal esquemático de un papel recubierto de resina.



CORTE TRANSVERSAL DE UN PAPEL RC

Figura 7. Corte transversal esquemático de un papel RC

2.3.11 Otros materiales impresos históricos

Las fotografías de este grupo comprenden materiales impresos que no pueden clasificarse de acuerdo con las propiedades del grano de plata, pues se sabe demasiado poco sobre ellos. Cabe citar como ejemplos las copias sensibilizadas individualmente que se revelaban físicamente en ácido gálico (décadas de 1840 y 1850); los papeles impresos que se revelaban (véase 31, 32, 33) y las copias solares o fotografías esquemáticas, que consistían en una imagen fotográfica débil de plata (con frecuencia un retrato) que se reforzaba con una pluma o con tinta^{34, 35}.

2.3.12 Materiales de impresión exentos de plata

Durante la segunda mitad del siglo XIX, cuando se observó la inestabilidad potencial de las copias a base de plata se hicieron muchos ensayos para sustituir este metal por un material más estable, tal como la tinta de imprenta o las suspensiones de partículas de carbón (negro de humo) en gelatina. En un momento u otro se utilizaron numerosos procesos, pero sólo algunos de ellos conquistaron una gran estima y reconocimiento por su perfecta reproducción de los tonos y su permanencia. Estos son los woodburytipos, las copias al carbón, los colotipos y los fotograbados, así como las modificaciones de estos procesos. Otros procesos que deben mencionarse aquí son los procesos de impresión manuales con pigmentos sin plata, tales como las copias al platino, los cianotipos (copias azules), las copias a la goma-bicromato y las copias al bromóleo. Todas estas últimas deberían conservarse como obras de arte sobre papel de acuerdo con las técnicas ordinarias de conservación de impresos y dibujos. Sin embargo, no se examinarán con más detalle en este estudio.

2.3.13 Otros materiales impresos contemporáneos

Para completar esta lista y por su gran difusión mencionaremos algunos materiales impresos que han aparecido durante los últimos 35 años. Su principal propósito es obtener rápidamente una copia en blanco y negro. Los más comunes de ellos son los materiales de impresión en blanco y negro instantáneos, fabricados por la Polaroid Corporation desde finales de los años 1940^{36, 37}; las copias obtenidas en pocos minutos por el proceso de estabilización^{38, 39}, en el que las sales de plata fotosensibles residuales no se eliminan por el proceso de fijación sino que se convierten en otro compuesto de plata cuya estabilidad es limitada; y las copias a la plata seca de la Compañía 3M^{40, 41}, en la que se utilizan compuestos de plata distintos de los haluros. Las copias obtenidas por estos dos últimos procesos no pueden distinguirse fácilmente de las copias ordinarias de plata-gelatina reveladas.

En la Tabla 4 se resumen los principales grupos de copias positivas monocromáticas. El fundamento lógico de la división de las copias a la plata indicada en la Tabla 4 se basa en la relación entre el tamaño, la forma y la distribución de los granos de plata en el medio aglutinante y la estabilidad resultante. Por ejemplo, los granos de plata mayores son más resistentes a los cambios químicos y físicos que los menores, y los de superficie relativamente grande con relación a su masa tienden a reaccionar más fácilmente con los reactivos químicos que los de menor superficie. Las fotografías realizadas por procesos de impresión tienen granos de plata de propiedades completamente distintas que las realizadas por procesos de revelado. Dentro de cada uno de estos dos grupos principales, las propiedades de los granos de plata difieren también con arreglo al agente aglutinante o las cantidades respectivas de haluros de plata incorporados a la emulsión durante la fabricación. Los papeles recubiertos de resina merecen un lugar aparte como grupo principal, no sólo por el recubrimiento de poliolefina del soporte de papel, sino porque ese recubrimiento ejerce un efecto debilitador sobre la estabilidad de los granos de plata en las copias procesadas, en comparación con la estabilidad del mismo tipo de capa de plata-gelatina extendida sobre un papel de celulosa (no RC).

TABLA 4 - PRINCIPALES GRUPOS
DE MATERIALES MONOCROMICOS OPACOS

I. COPIAS A BASE DE PLATA

1. Papeles impresos (P.I.)
 - i) Papeles de impresión salinos
 - ii) Copias al colodión-cloruro
 - iii) Copias a la albúmina
 - iv) Papeles a la plata-gelatina impresos (P.I.)
2. Papeles revelados (P.R.)
 - i) Papeles al cloruro (velocidad de contacto)
 - ii) Papeles al clorobromuro (velocidad de ampliación)
 - iii) Papeles al bromuro (papeles de ampliación rápidos)
3. Papeles recubiertos de resina (todos P.R.)
4. Papeles no clasificables por las propiedades del grano de plata
 - i) Copias sensibilizadas individualmente y reveladas físicamente con ácido gálico
 - ii) Papeles de impresión revelados
 - iii) Copias solares y fotografías esquemáticas
5. Materiales de procesamiento rápido contemporáneos
 - i) Copias de estabilización (varios fabricantes)
 - ii) Copias a la plata seca (Compañía 3M)
 - iii) Copias en blanco y negro instantáneas (Polaroid Corporation)

II. PAPELES CON METALES O SALES METALICAS SIN PLATA

1. Copias al platino
2. Copias al paladio
3. Cianotipos

III. PAPELES CON PIGMENTOS DISTINTOS DE LA PLATA

Ejemplos: copias a la goma-bicromato, copias al carbón, woodburytipos, copias carbó, copias al bromóleo, copias al ozobromo, copias al óleo, fotograbado.

2.3.14 Diapositivas en blanco y negro

Estos materiales se mencionaron anteriormente como un producto del revelado inverso de negativos en blanco y negro. Una fotografía así obtenida sería un original de cámara. Sin embargo, las diapositivas también pueden hacerse imprimiendo un negativo sobre una película en blanco y negro adecuada. Si el aglutinante es la gelatina, se aplican también aquí las observaciones formuladas anteriormente sobre los materiales de plata-gelatina. Por lo común, las diapositivas son materiales de grano fino con una capa de gelatina más delgada de lo corriente.

2.4 Materiales fotográficos en color

La fotografía en color, tal como la conocemos hoy día, apareció en 1935 con la introducción comercial de la película Kodachrome de Eastman Kodak, basada en un proceso sustractivo de color. El primer procedimiento fotográfico en color comercial anterior a esa fecha fue la placa transparente autocromática realizada por Lumière en 1904. En ella utilizó el procedimiento de la placa filtrante, que se basa en el sistema aditivo de formación del color. Otros fabricantes siguieron esta vía y sus productos más conocidos son la placa en color de Finlay, la placa en color de Dufay, la placa filtrante en color Agfa y la placa en color Duplex. Todos estos productos fueron rápidamente suplantados en el mercado por la aparición de los sistemas sustractivos de formación del color. Estos últimos pueden agruparse en las cuatro grandes categorías siguientes.

2.4.1 Procesos de revelado cromogénico

En estos procesos, los colores que forman la imagen final se sintetizan químicamente durante el revelado. La primera de estas películas fue la Kodachrome de Eastman Kodak (1935), seguida inmediatamente por la Agfacolor de Agfa en 1936 y la Ektachrome de Eastman Kodak en 1940. Hoy día, todas las películas de cámara, con excepción de las películas en color instantáneas, se basan en el revelado cromogénico: los negativos y las diapositivas en color, así como la mayoría de las copias en color opacas. Entre las varias compañías que fabrican estas películas se encuentran Eastman Kodak, Agfa-Gevaert, 3M y Fuji Photo Film. Como alrededor del 85% de todas las fotografías se toman hoy día sobre películas en color, estos materiales desempeñarán un enorme papel en las consideraciones futuras sobre la conservación de los registros fotográficos contemporáneos.

2.4.1.1 Empleo de copulantes de color externos (proceso Kodachrome)

Mientras que en el procesado en blanco y negro se excluye el revelador oxidado, éste se utiliza en la fotografía en color para reaccionar, en una segunda etapa, con los compuestos llamados copulantes de color para formar los colores presentes en el producto terminado. De acuerdo con la procedencia de los copulantes de color pueden distinguirse tres grupos diferentes de materiales. En el proceso Kodachrome^{42, 43)}, los copulantes de color se añaden desde una fuente externa, por ejemplo, junto con el revelador. Por consiguiente, no quedan copulantes residuales en la fotografía terminada. Sin embargo, el procesado era y sigue siendo un procedimiento largo y complejo que sólo puede hacerse en unos pocos laboratorios especializados.

2.4.1.2 Empleo de copulantes de color no difusibles incorporados (proceso Agfacolor)

En las películas Agfacolor para diapositivas, que se lanzaron al comercio en 1936^{44, 45 y 46}), los tres copulantes de color distintos para la formación del amarillo, el cian y el magenta respectivamente, fueron por primera vez incorporados a tres capas de gelatina aplicadas unas encima de otras. Esto se consiguió fijando moléculas de cadena larga a los copulantes, haciéndolos así inmóviles o no difusibles, sin afectar a sus propiedades fotográficas⁴⁷). En una sola operación de revelado, que puede ser realizada por el usuario, los tres colores se forman simultáneamente. Algunos inconvenientes de este sistema hicieron que cada vez fuera menos efectivo, de modo que hoy día sólo se utiliza en pocos productos.

2.4.1.3 Empleo de copulantes de color incorporados protegidos (proceso Kodacolor o proceso Ektachrome)

Además de su proceso Kodachrome, Eastman Kodak desarrolló también en los años 1940 un sistema sustractivo de fotografía en color con copulantes de color incorporados^{48, 49}). En las películas y los papeles que utilizan el principio Ektachrome, los copulantes de color están suspendidos en gotitas microscópicas de una sustancia oleosa, de donde viene el nombre de proceso de copulantes protegidos con aceite. Hasta hoy día, este proceso sigue siendo el sistema predominante de revelado cromogénico.

2.4.2 Procesos de imbibición del color

Los colorantes preformados pueden incorporarse sucesivamente a una capa de gelatina con un mordiente a partir de una película matriz impresora para producir copias por imbibición del color. El único procedimiento existente en Norteamérica es el proceso de transferencia de color de Eastman Kodak^{50, 51}). En el Japón, Fuji Photo Film ofrece un proceso semejante llamado Fuji Dycolor. Las copias por imbibición del color, cuya producción es lenta y laboriosa, son utilizadas principalmente por los fotógrafos artísticos. Su papel en las colecciones de archivo parece ser pequeño.

2.4.3 Procesos de blanqueo de la plata en el revelado de color

En este proceso, los colorantes preformados e incorporados a la emulsión durante la fabricación son destruidos catalíticamente con arreglo a la imagen durante el procesado. El único material de este tipo que se fabrica hoy día es la película en color Cibachrome de Ciba-Geigy en Suiza^{52, 53, 54 y 55}), que es distribuido por Ilford en Norteamérica. Este material no es lo bastante sensible para utilizarlo en exposiciones de cámara, pero es adecuado para la preparación de copias en color opacas y de diapositivas en color.

2.4.4 Procesos de transferencia del color por difusión

En 1965, la Polaroid Corporation de Cambridge, Massachusetts (Estados Unidos), sorprendió al mundo de la fotografía con la introducción del primer proceso de impresión fotográfica en color instantáneo, llamado hoy día Polacolor 1⁵⁶). En 1972 se introdujo el sistema absoluto en una etapa SX-70⁵⁷), seguido por el Polacolor 2 en 1975. En 1976, Eastman Kodak lanzó al mercado su proceso instantáneo de fotografía en color llamado PR-10⁵⁸). En 1981, Fuji Photo Film del Japón anunció la aparición de su película en color instantánea Fuji. Anualmente se toman miles de millones de fotografías sobre estos materiales y es de esperar que una parte considerable de ellos vaya a parar a los museos y archivos de todo el mundo.

Además de estos cuatro grupos principales de materiales de impresión fotográfica en color, hay procesos de impresión que utilizan pigmentos (por ejemplo, el carbro tricolor) y modernos métodos electrofotográficos. Mientras que el número de fotografías en color tomadas por los primeros parece ser pequeño, se están haciendo muchos progresos con respecto a los segundos y los productos están experimentando cambios rápidos. No se sabe aún lo suficiente sobre sus características de estabilidad. Ninguno de ellos se examinará con más detenimiento en este estudio.

Todo lo que antecede no es sino un breve y simplificado resumen de los procesos fotográficos en color más importantes. Son clásicas las historias de la fotografía en color escritas por Wall⁵⁹⁾ y Friedman⁶⁰⁾. Evans, Hanson y Brewer⁶¹⁾ han publicado una reseña puramente técnica de la fotografía en color. La obra de Mutter⁶²⁾ resume los adelantos técnicos de la fotografía en color desde su aparición hasta 1967. Una reciente obra en tres volúmenes de Koshofer⁶³⁾ contiene una cantidad asombrosa de detalles sobre las numerosas películas y papeles en color producidos por los principales fabricantes del mundo. Esta obra aparecerá pronto también en inglés.

3. CARACTERIZACION E IDENTIFICACION DE IMAGENES FOTOGRAFICAS

No hay ninguna manera segura y rápida de identificar imágenes fotográficas. Son excepciones, por supuesto, los materiales que llevan el logotipo del fabricante y el nombre de la marca grabado o impreso en ellos. Hay un corto número de pruebas de laboratorio sencillas, pero no son siempre concluyentes. Fuera de eso, hay que aplicar complejas técnicas analíticas que requieren instrumentos costosos y, lo que es más importante, la necesaria experiencia.

La mejor ayuda a este respecto es adquirir experiencia mirando fotografías y trabajando con ellas. Mediante la experiencia es posible adquirir un grado de certidumbre sobre cuál es el tipo de película o de fotografía que se está manejando. El conocimiento de la fecha exacta de una fotografía puede eliminar algunos materiales y reducir las posibilidades a un corto número de ellas. Se han publicado varios folletos destinados a orientar al conservador de fotografías fijas a través del asombroso número de los diferentes tipos existentes hasta el reconocimiento de los principales procesos. Entre aquéllos se recomiendan los trabajos de Gill⁶⁴⁾ y Bovis⁶⁵⁾, este último en francés.

3.1 El soporte

Se han mencionado anteriormente cinco materiales de soporte predominantes: metal, vidrio, película plástica, papel ordinario y papel recubierto de resina. En general, no debería ser demasiado difícil identificar cada uno de ellos. Las siguientes observaciones añaden algunos detalles específicos.

Sólo hay dos tipos importantes de imágenes fotográficas sobre un soporte de metal: los daguerrotipos y los ferrotipos. Los primeros, además de tener el aspecto de un espejo, se reconocen, cuando están desmontados, por su soporte de placa de cobre. Los ferrotipos, por tener una placa de hierro, pueden identificarse sin desmontarlos acercando un imán a la cubierta de cristal y observando si es atraído hacia ella.

Mientras que el vidrio y el papel ordinario se reconocen fácilmente, hace falta cierta experiencia para identificar los papeles recubiertos de resina. Por el dorso tienen un tacto resbaladizo y cuando se lavan demasiado durante el tratamiento, las cuatro esquinas se enrollan hacia arriba. La mejor técnica de laboratorio para identificar las películas y los papeles es el examen microscópico de sus cortes transversales (véase la Figura 7). Esto permite distinguir claramente entre los papeles

a base de celulosa y los papeles recubiertos de resina, así como entre las fotografías impresas y las reveladas.

El examen del corte transversal de una copia fotográfica mediante un microscopio de luz ordinaria permite al observador estudiar el tamaño de las partículas y su distribución vertical en la gelatina. Una copia revelada presenta granos de plata diferenciados con una concentración uniforme en la gelatina. En cambio, las partículas de una copia a la albúmina, papel impreso que no ha sido revelado, son tan pequeñas que no pueden distinguirse con un aumento de 400X. Puede verse más plata acumulada hacia la superficie de la fotografía que hacia la base de papel, lo que indica un gradiente de concentración de las partículas de plata. El microscopio óptico revela también la presencia o ausencia de una capa de barita, que es una capa intermedia importante entre el soporte de papel y la capa de gelatina. Sin embargo, no resuelve la estructura fina de las partículas de plata reveladas o impresas, que sólo pueden estudiarse con ayuda del microscopio electrónico.

Puede ser útil poder distinguir tres materiales fotográficos importantes. Uno de ellos, el nitrato de celulosa, que no se ha utilizado nunca en la fabricación de micropelícula, pero que se fabricó últimamente en forma de hojas en 1939 y como película cinematográfica en 1951, es sumamente inflamable, propiedad que puede servir para su identificación. En efecto, la especificación ANSI PH1.25-1976 del American National Standards Institute (ANSI) para la película fotográfica de seguridad⁶⁶⁾ indica los detalles de la prueba de combustión, tales como el tamaño de la muestra y el tiempo de combustión.

Otra prueba sencilla consiste en dejar caer una pequeña muestra de película obtenida con un sacabocados sobre tricloroetileno, que es un disolvente orgánico. Si la muestra se hunde hasta el fondo es probablemente de nitrato de celulosa. Con frecuencia, la palabra "nitrato" está impresa en el borde de la película. Si un trozo de película lleva impresa la palabra "seguridad" es que se trata de acetato de celulosa o de poliéster. De estos dos materiales, el acetato de celulosa se desgarrará con relativa facilidad, mientras que es prácticamente imposible desgarrar el poliéster. Huelga decir que todos los tipos de película pueden analizarse e identificarse químicamente sin ambigüedad⁶⁷⁾.

En la historia de la fotografía se han utilizado otros materiales de soporte, además de los aquí descritos, pero es raro encontrarlos. Cabe citar como ejemplos la madera, el lino, el cuero, el marfil y la porcelana, ninguno de los cuales suele ser difícil de reconocer.

3.2 El aglutinante

Algunos de los primeros tipos de copias a la plata, así como algunas copias sin plata, no llevan ningún aglutinante. Las copias en papel salino, las copias al platino y los cianotipos (copias azules) son otros tantos ejemplos. Su superficie, cuando se observa con luz reflejada, no presenta ningún brillo. La fotografía tiene un aspecto algo mate debido a que las partículas formadoras de la imagen están parcialmente absorbidas por las fibras del papel. Formstecher⁶⁸⁾ ha descrito algunas pruebas sencillas que ayudan a determinar el tipo de un papel fotográfico. Si el aglutinante se disuelve en un baño formado por partes iguales de alcohol y éter es que se trata de un papel de colodión-cloruro impreso. Si la capa que contiene la imagen es insoluble en esa mezcla, puede ensayarse en un baño de agua a unos 50°C. Si la capa se disuelve completamente es que se trata de gelatina. Si se vuelve resbaladiza y pegajosa puede consistir en gelatina endurecida o en almidón y materiales amiláceos. La prueba se prosigue en ácido acético glacial, en el que las capas de gelatina se disuelven completamente mientras los materiales amiláceos no se alteran. Si la capa no se ha disuelto ni hinchado en agua caliente es que consiste en albúmina. El artículo de Formstecher contiene también valiosas indicaciones para

identificar las copias fotográficas a base de sus propiedades sensitométricas tales como el índice de escala y la reproducción de los detalles en sombra.

3.3 La sustancia formadora de la imagen

Una copia a la plata puede reconocerse, con alguna práctica, por su aspecto visual (véase el párrafo anterior), el tono de la imagen y, en los materiales antiguos, con frecuencia por un brillo metálico azulado en las zonas de máxima densidad, o de sombra. Químicamente, se puede blanquear con una solución de dicromato potásico. Con las modernas técnicas analíticas de rayos X, la presencia de la plata puede determinarse inequívocamente de una manera no destructiva. Ya se ha señalado anteriormente la importancia de la estructura fina de la plata y su distribución para la identificación de materiales fotográficos.

El examen de los materiales fotográficos procesados mediante un microscopio electrónico de transmisión con aumentos de unas 49.000 veces revela una variedad sorprendente de partículas de diferentes formas y tamaños, desde partículas esféricas muy pequeñas hasta granos compactos y filamentos finos de plata parecidos a lana de acero. La correlación entre el tamaño y la forma de las partículas de plata procesadas e importantes propiedades de la imagen se ha estudiado durante muchos años. La mayoría de los fotógrafos están familiarizados con la relación entre la granulidad y la velocidad, o sensibilidad a la luz, de una película: cuanto más rápida, o más sensible a la luz, sea ésta, más granulosa será la imagen. En los materiales procesados, hay otras propiedades que se derivan directamente del tamaño y la forma de los granos de plata. Por ejemplo, así sucede con el contraste, el poder de recubrimiento y el tono de la imagen. Para la preservación de los registros fotográficos es importante la observación de que las partículas de plata tienen tendencia a sufrir reacciones químicas y en consecuencia, su estabilidad depende en gran medida de su morfología. Las partículas grandes y compactas son menos propensas a reaccionar con los agentes oxidantes que los granos esféricos pequeños de estructura filamentosa fina. La naturaleza de estas partículas varía con el tipo de fotografía y puede, por lo tanto, utilizarse para identificar exactamente un material en blanco y negro dado. Además, las partículas de plata experimentan cambios característicos al debilitarse o decolorarse la fotografía. Esos cambios pueden afectar a numerosas partículas pequeñas que se aglomeran formando un número menor de unidades de mayor tamaño o a granos individuales que alteran su estructura. De este modo, los estudios con el microscopio electrónico permiten determinar exactamente la naturaleza de la deterioración. A su vez, esta información puede ayudar a decidir con seguridad si un procedimiento de restauración dado será eficaz.

En efecto, la preservación de los registros fotográficos en blanco y negro equivale a comprender los cambios químicos y físicos en la naturaleza de los granos de plata elemental que, incluidos en la gelatina, forman la imagen.

3.4 Colorantes orgánicos

Los colorantes son los componentes presentes en los materiales fotográficos en color enumerados anteriormente. Los colorantes, en oposición a los pigmentos, son solubles y forman cierto tipo de enlace químico o físico con el material al que dan color. En las fotografías en color modernas, ese material es la gelatina. Por lo común, los colorantes son de naturaleza u origen orgánico. Con la excepción de las fotografías monocromáticas (por ejemplo, un cianotipo), todas las fotografías antes mencionadas contienen colorantes. Por lo tanto, su reconocimiento se hace visualmente. Puesto que se han sintetizado muchos miles de colorantes con fines fotográficos durante los últimos 50 años para utilizarlos en centenares de procesos por muchos fabricantes, sólo un análisis químico complejo permite identificar la naturaleza exacta de los colorantes contenidos en una fotografía. Afortunadamente, este conocimiento no suele ser necesario para preservarla.

Las fotografías en color que contienen pigmentos, en su mayoría de naturaleza mineral u orgánica, pueden identificarse por el examen microscópico de cortes transversales: el espesor de la capa de gelatina varía con la densidad. Las variaciones de la densidad se consiguen modificando el espesor de la capa de gelatina que contiene el pigmento. Lo mismo sucede con las fotografías monocromáticas obtenidas por procesos de impresión con pigmentos, tales como las copias al carbón o los woodburytipos.

4. EXAMEN DE MATERIALES FOTOGRAFICOS Y ESTABILIDAD DE SUS COMPONENTES

4.1 Técnicas de examen de materiales fotográficos

4.1.1 Inspección visual

La inspección visual es el medio más sencillo, pero potencialmente uno de los más eficaces, para examinar los materiales fotográficos. Los archiveros y bibliotecarios encargados de la preservación de colecciones fotográficas pueden adquirir experiencia en la evaluación de las condiciones de conservación de los materiales sometidos a su vigilancia inspeccionando las grietas, roturas, desgarraduras y partes desaparecidas, así como la decoloración, palidez o amarillez de la imagen. En los diversos materiales de reflexión u opacos existen muchos tipos de superficies (por ejemplo, mate, brillante, aterciopelada, granuda), así como de tonos de la imagen. Ambos son caracteres distintivos de las fotografías. Cuanto más familiarizado se esté con ellos mejor se podrá examinar y evaluar el estado del registro objeto de investigación.

4.1.2 Microscopía

El microscopio óptico extiende la capacidad del ojo humano para ver e identificar detalles con varios aumentos hasta 1.000X. Probablemente es el instrumento individual más importante en el laboratorio de conservación. Anteriormente se ha indicado la utilidad de examinar cortes transversales de películas y papeles.

4.1.3 Densitometría

El densitómetro, junto con un microscopio óptico, es el segundo instrumento más importante en un laboratorio de conservación de fotografías. Para los materiales transparentes (negativos, diapositivas) se emplea un densitómetro de transmisión y para las copias positivas opacas un densitómetro de reflexión. Sin embargo, los instrumentos modernos permiten medir densidades en ambas clases de materiales, tanto en blanco y negro como en color. Mientras que en la conservación ordinaria de obras de arte (acuarelas, pinturas al óleo), los cambios de color y de brillo se aprecian visualmente, la densitometría nos permite medir, y vigilar, cuantitativamente los cambios en la escala tonal de las fotografías. Por lo tanto, el densitómetro es indispensable en los ensayos de envejecimiento acelerado, la vigilancia de las copias fotográficas expuestas al público, el trabajo de copia y duplicación (en el que una fotografía original tiene que reproducirse tono a tono) y la labor de restauración química. Haciendo las mediciones con los tres filtros de color, azul, verde y rojo, además de la densidad de blanco y negro, o neutra, pueden determinarse los cambios en el tono de la imagen. El densitómetro también es necesario para controlar el procesado (es decir, el revelado, la fijación, el lavado y el secado) de los materiales fotográficos, y en particular para vigilar la actividad del revelador.

4.1.4 Ensayos químicos de laboratorio

Estos ensayos varían desde los experimentos en tubo de ensayo fáciles de realizar, tales como la observación del comportamiento de una capa fotográfica frente al agua, el ácido acético y el alcohol, o la solubilidad de una película de nitrato de celulosa, hasta el empleo de técnicas especializadas que requieren instrumentos complejos. Casi todos los métodos habituales en un laboratorio químico moderno, tales como la cromatografía, el análisis de aminoácidos, la espectroscopia de rayos X por disipación de energía y la microscopía electrónica, pueden aplicarse al examen de materiales fotográficos. Mientras que la industria de fabricación fotográfica utiliza sistemáticamente ese tipo de equipo, los laboratorios de conservación rara vez disponen de tales medios. Además, hay muchos instrumentos de ensayo desarrollados por los fabricantes para el control de la calidad y la estabilidad. Aunque no suelen encontrarse en el comercio pueden construirse por encargo a partir de especificaciones precisas. Cabe citar como ejemplo los dispositivos para medir la fragilidad y el enrollamiento de películas y papeles, la resistencia al rayado de la capa de gelatina y su hinchamiento en las soluciones químicas, su punto de fusión y su adhesión al soporte. Las fuentes luminosas de intensidad y distribución espectral conocidas en un ambiente climáticamente controlado, así como las cámaras de incubación a temperatura y humedad relativa altas para ensayos de envejecimiento acelerado, también forman parte de este equipo especializado.

4.2 Estabilidad del soporte

En esta sección y la siguiente se resumen los conocimientos actuales sobre la estabilidad de los principales componentes de los materiales fotográficos.

4.2.1 Metal

Se han publicado pocas observaciones sobre la estabilidad del soporte de metal en los daguerrotipos y los ferrotipos. Aunque ambos parecen ser bastante estables, se ha observado a veces la formación de herrumbre en los ferrotipos. Antonacci⁶⁹⁾ ha descrito esa deterioración y ha propuesto un método para la eliminación de la herrumbre.

4.2.2 Vidrio

Las placas de vidrio fueron el primer material de soporte transparente que se utilizó para negativos y a partir de las cuales podían obtenerse copias positivas con tiempos de exposición más cortos que con materiales traslúcidos. Como ya se ha dicho anteriormente, la principal desventaja del vidrio es su fragilidad. En cambio, su gran estabilidad dimensional es la razón de que los negativos en placa de vidrio se sigan usando en la fotografía astronómica. Altman y Ball⁷⁰⁾, así como Burnham y Josephson⁷¹⁾ han examinado la estabilidad espacial de las placas fotográficas.

4.2.3 Papel

Durante las dos primeras décadas aproximadamente de la fotografía, el papel utilizado para los negativos y para la impresión ulterior de copias salinas positivas se describía con frecuencia como "papel de escribir de calidad fina". Debía ser de textura uniforme y estar exento de sustancias químicas que pudieran reaccionar con la plata de la imagen. Durante los años 1850 empezó la fabricación de papel con fines exclusivamente fotográficos, especialmente la de los papeles a la albúmina entonces predominantes. Dos compañías, Blanchet Frères y Kléber en Rives, y Steinbach and Co. en Malmedy, tuvieron prácticamente el monopolio de la fabricación de los papeles de albúmina de base fina durante la mayor parte del siglo XIX. El emplazamiento

de las fábricas de papel y la calidad de sus productos estaban estrechamente relacionadas con la pureza y la adecuación del suministro de agua. Ya se ha mencionado anteriormente la reciente reseña de Reilly²¹⁾ sobre la fabricación y utilización de papeles a la albúmina. Además de las referencias bibliográficas citadas en el segundo capítulo, Leonar Works publicó en 1955⁷²⁾ una reseña histórica muy interesante de la evolución de los papeles fotográficos, desde las copias en papel salino y los papeles con pigmento no argéntico hasta los papeles graduados para revelado más avanzados. Kasper y Vanka⁷³⁾ y Woodward⁷⁴⁾ han publicado reseñas más recientes sobre la fabricación de papeles fotográficos.

Los papeles fotográficos se han caracterizado con frecuencia en las publicaciones técnicas por sus propiedades sensitométricas, es decir, su sensibilidad a la luz, el contraste, la densidad máxima y el índice de escala. Aunque esto pueda parecer un tema demasiado técnico para los conservadores de colecciones fotográficas, el conocimiento de esas propiedades contribuirá considerablemente a la capacidad para identificar copias fotográficas y evaluar su estado de preservación. Jones, Nutting y Nees⁷⁵⁾ realizaron una de las primeras investigaciones sobre la sensitometría de los papeles fotográficos en blanco y negro. Jones publicó en 1926 una importante contribución sobre el contraste de los papeles fotográficos de impresión⁷⁶⁾. En un artículo de Centa⁷⁷⁾ y en un examen anónimo de la identificación sistemática de papeles fotográficos⁷⁸⁾ se encontrarán resúmenes más recientes sobre este tema. Una importante observación de Kieser⁷⁹⁾ sobre la aptitud de los tres tipos principales de papeles revelados para ser tonalizados visualmente por soluciones de sales de selenio condujo a un procedimiento para su identificación: los papeles al cloruro experimentan un notable cambio en el tono de la imagen hacia el rojo púrpura o rojo creta, mientras que los papeles al bromuro puro se vuelven de color negro-púrpura. Los papeles al clorobromuro toman tonos comprendidos entre esos extremos en función de su contenido inicial de cloruro de plata. Por último, debe mencionarse que se ha publicado periódicamente información sobre las propiedades de los papeles de impresión específicos existentes en el mercado en un momento determinado. Se pueden citar como ejemplos una lista de los papeles disponibles en Alemania en 1954⁸⁰⁾, una reseña de los papeles existentes en Norteamérica en 1960⁸¹⁾, un informe sobre los ensayos en cuarto oscuro de numerosos papeles en 1965⁸²⁾ y otro examen sobre los papeles de impresión en 1967⁸³⁾.

Ninguno de los artículos citados puede contestar por sí solo todas las preguntas sobre la estabilidad de las copias fotográficas de papel. Sin embargo, todos juntos dan al lector una excelente idea de la fabricación de esos papeles, los materiales utilizados para hacerlos y su estructura. Las copias positivas opacas son el producto final del proceso fotográfico y cuanto mejor se conozcan y se comprendan sus propiedades más éxito tendrán los esfuerzos para preservarlas. Las referencias bibliográficas antiguas son útiles, pues se aplican a los tipos de papeles fotográficos que se fabricaban en su época. Aunque los detalles exactos de la fabricación siguen siendo secretos comerciales, y además están expuestos a cambiar regularmente, la experiencia ha demostrado que el papel fotográfico es un producto de excelente calidad que rara vez plantea problemas de conservación graves. Parece ser superior a cualquier otro tipo de papel documental existente en los archivos y las bibliotecas. Un gran contenido de alfa-celulosa, la ausencia de sustancias químicas agresivas y el empleo de agentes de apresto especiales que dan a los papeles fotográficos una gran resistencia a la humedad, son algunas de las propiedades conocidas. El tipo de tratamiento mecánico al que se somete la pulpa durante el proceso de fabricación y que determina la longitud de las fibras del papel y su interconexión también tiene importancia, pero la técnica exacta aplicada sigue siendo un secreto de los respectivos fabricantes. Lane⁸⁴⁾ publicó alguna información sobre las propiedades del papel fotográfico de un fabricante.

4.2.4 Papel recubierto de resina

El papel fotográfico, como el de otros muchos tipos, consta de un tejido aprestado de fibras capaces de hincharse en el agua y de numerosas cavidades. Esta estructura de tipo esponjoso permite al papel absorber y retener tanto gases como líquidos, a menos que se extraigan cuidadosamente por lavado. A fin de comunicar al papel fotográfico la impermeabilidad al agua que poseen las placas de vidrio y la película plástica, la base de papel se recubre por cada lado con una fina película de materia plástica (véase la Figura 7). Se ensayaron muchos tipos distintos de recubrimientos antes de que la industria se decidiese por el polietileno hace unos 15 años. Desde el primer momento, los fotógrafos artísticos y algunos sectores de la prensa fotográfica recibieron con escepticismo los papeles recubiertos de resina (papeles RC). El artículo de Dieuzaide⁸⁵⁾ es un buen ejemplo de alegato apasionado y bien intencionado, pero técnicamente inexacto, contra el empleo de los papeles RC. Parsons, Gray y Crawford⁸⁶⁾ y Kolf⁸⁷⁾ han publicado estudios más detallados sobre la estabilidad de los papeles RC. Los papeles RC tienen tiempos de procesamiento mucho más cortos que los papeles de celulosa (aproximadamente cuatro minutos en comparación con una hora), debido a que las soluciones del procesamiento no pueden penetrar en el papel. Por lo tanto, no hay necesidad de un lavado abundante ni de un largo secado. En general, los fabricantes suministran a los usuarios de papeles RC las nuevas instrucciones de procesamiento. Los artículos antedichos de Parsons y Kolf señalan la inestabilidad de los papeles RC debido al agrietamiento de la capa de resina. Este agrietamiento se ha observado en copias en color antiguas y en algunos tipos de copias en blanco y negro sobre papeles RC y se ha determinado que es el resultado de una oxidación fotoquímica de la película de polietileno. Los tipos más recientes de papeles RC llevan antioxidantes incorporados con la idea de que emigren a la capa de polietileno y contrarresten en ella a cualquier agente oxidante. Un importante fabricante ha recomendado que se utilicen preferentemente papeles ordinarios a base de celulosa si el objetivo final es la máxima permanencia de la copia. Sin embargo, muchas fotografías se hacen para un empleo breve en la enseñanza, la publicación u otros fines semejantes, y los papeles RC tienen una utilización definida en todas estas aplicaciones. El procesamiento de los papeles RC sólo requiere pequeñas cantidades de agua de lavado, lo que contribuye a la conservación de este valioso recurso.

4.2.5 Película plástica

Las primeras películas plásticas que aparecieron en el mercado hacia finales del siglo XIX eran de nitrato de celulosa. Se trata de un material intrínsecamente inestable que se debilita y se resquebraja durante el envejecimiento natural. Sin embargo, el principal inconveniente es su gran inflamabilidad. Han ocurrido varios grandes incendios en los intercambios de películas cinematográficas y en los hospitales a consecuencia de la ignición de materiales de nitrato de celulosa. Algunos de esos incendios pueden haber sido debidos a la combustión espontánea de nitrato de celulosa, mientras que otros pueden haber sido iniciados por una fuente externa de calor. Cummings et al.⁸⁸⁾ han examinado exhaustivamente las causas de la ignición espontánea de la película de nitrato de celulosa en descomposición. Ya en 1936, Nuckolls y Matson⁸⁹⁾ describieron las peligrosas propiedades de las películas cinematográficas a base de nitrato de celulosa. Calhoun⁹⁰⁾ señaló que hacen falta grandes cantidades de material de nitrocelulosa densamente empaquetado para que surja la posibilidad de ignición espontánea. Los negativos fijos de cámara en película plástica, especialmente cuando se guardan en sobres individuales, no plantean ningún peligro de incendio, a menos que haya una fuente externa de calor, tal como una bombilla de luz eléctrica, un cigarrillo encendido, etc. Una razón de la gran inflamabilidad es que la temperatura de ignición de la película de nitrato de celulosa vieja es considerablemente menor que la del material recientemente fabricado. Dicha temperatura puede descender a 50°C en las películas viejas. Para empeorar la situación, la descomposición de la película de nitrato de celulosa desprende compuestos gaseosos que catalizan una nueva degradación y ejercen un efecto perjudicial sobre los registros fotográficos en plata-gelatina que pueden estar almacenados en sus

proximidades. Esto fue demostrado rotundamente por Carroll y Calhoun⁹¹⁾, lo que condujo a la importante recomendación de que las películas de nitrato de celulosa debían almacenarse por separado de otros materiales.

La última película cinematográfica de nitrato de celulosa se fabricó en 1951. Desde los años 1930 había sido gradualmente sustituida por la película de acetato de celulosa. Los primeros productos llamados diacetato de celulosa, podían sufrir un encogimiento de la película debido a la evaporación del plastificante. Las películas plásticas mejoradas de triacetato de celulosa han demostrado una buena estabilidad a largo plazo, como se deduce de las pruebas de envejecimiento acelerado y del comportamiento de las películas naturalmente envejecidas^{92, 93, 94, 95 y 96)}. El material utilizado predominantemente hoy día es el tereftalato de polietileno, llamado generalmente poliéster, que existe bajo varios nombres comerciales, tales como Mylar, Estar o Cronar. Desarrollado durante los años 1950 por la Imperial Chemical Industries (I.C.I.) en Inglaterra, ha demostrado una estabilidad dimensional y una inercia química excelentes^{97, 98 y 99)}. Un artículo reciente de Adelstein¹⁰⁰⁾ no sólo presenta nuevos datos deducidos de las pruebas de envejecimiento acelerado, sino que compara además las propiedades de muestras de micropelícula de triacetato de celulosa y de poliéster después de 26 años de almacenamiento natural.

El American National Standards Institute ha publicado especificaciones para la película de plata-gelatina aplicables a los registros de archivos sobre película de triacetato de celulosa o de poliéster^{96, 99)}. Ambos tipos de película, siempre que cumplan los requisitos del ANSI, fueron declarados en 1977 materiales permanentes de registro por J.B. Rhoads, Jefe entonces de los Archivos Nacionales de los Estados Unidos^{101, 102 y 103)}.

El conocimiento de la naturaleza exacta del material de una película es, por supuesto, una gran ventaja para su preservación. A este respecto, es tranquilizador saber que el nitrato de celulosa no se utilizó nunca para la fabricación de micropelícula. Con respecto a las películas cinematográficas, Mees¹⁰⁴⁾ ha publicado una excelente reseña sobre los diversos tipos de películas cinematográficas para uso profesional fabricados por la Compañía Eastman Kodak, mientras que Mathews y Tarkington¹⁰⁵⁾ han publicado una reseña análoga sobre los primeros tipos de películas cinematográficas para aficionados.

4.3 Estabilidad del aglutinante

Se sabe mucho menos sobre la estabilidad de las capas de albúmina y de colodión predominantes en los materiales fotográficos del siglo XIX que sobre los soportes. Esas dos sustancias tienden a endurecerse con el tiempo y, en consecuencia, se vuelven más impermeables al agua o a las soluciones acuosas (véase la Figura 8).

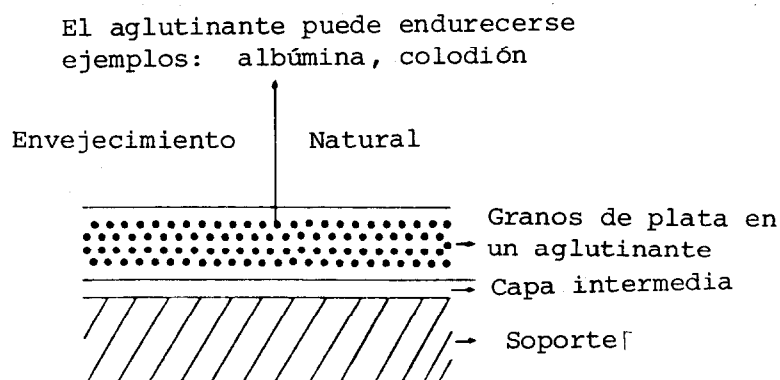


Figura 8. Representación esquemática de los cambios en el aglutinante

Wentzel¹⁰⁶⁾ señaló que el aglutinante de las copias al colodión-cloruro puede formar grietas en las fotografías antiguas. Con frecuencia, estas grietas forman curvas nítidas sobre la superficie impresa, que son características de ese material. En general, ambos tipos de recubrimiento parecen ser sorprendentemente estables, con lo que su preservación no plantea problemas.

Es indudable que las propiedades de la gelatina, que es un importante componente de los papeles y películas fotográficas desde hace unos 100 años, han sido detenidamente estudiadas por la industria fotográfica, pero no se han publicado muchos datos sobre ellas. Su propiedad sobresaliente es la afinidad por el agua, que absorben ávidamente hinchándose hasta tal punto que su espesor puede ser varias veces mayor que en estado seco hasta que literalmente se disuelven en el agua¹⁰⁷⁾. Sin embargo, frente al calor seco, la gelatina es bastante estable y puede compararse desde este punto de vista a la película de triacetato de celulosa¹⁰⁸⁾. Cuando está expuesta a las sustancias químicas agresivas en las envolturas de archivo o en la atmósfera, la gelatina puede volverse hidrosoluble con el tiempo, en oposición al endurecimiento observado en las capas de albúmina. Se trata de un fenómeno raro que, sin embargo, ha ocurrido algunas veces. En la Figura 9 se representan esquemáticamente los dos cambios posibles en los diversos aglutinantes.

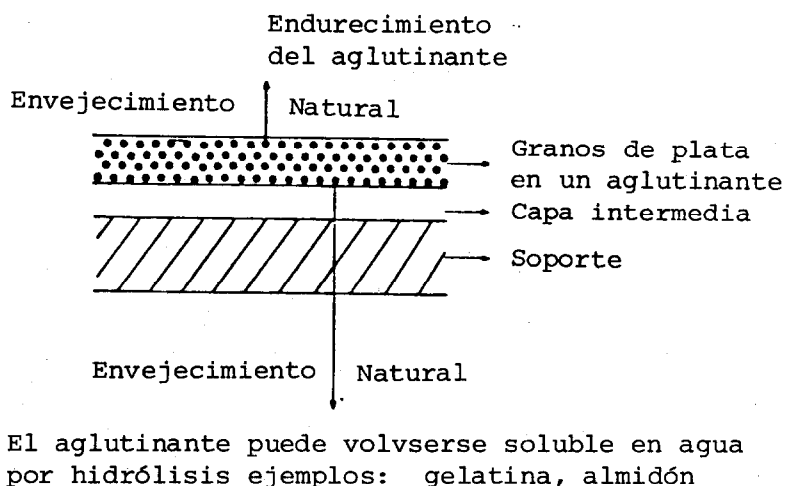


Figura 9. Representación esquemática de los cambios en varios aglutinantes

Durante muchos años, la industria fotográfica ha contrarrestado la tendencia de la gelatina a absorber agua tratándola con sustancias químicas llamadas endurecedores. El efecto de los endurecedores puede evaluarse determinando el punto de fusión de la gelatina¹⁰⁹⁾. El endurecimiento se realiza durante la fabricación así como durante el procesado, en cuyo caso los endurecedores pueden incorporarse a una de las soluciones de procesado, por lo común, el baño fijador. El tratamiento de los materiales de plata-gelatina con un endurecedor también parece ser una operación útil antes de cualquier intento de restaurar fotografías decoloradas con soluciones químicas. En un estudio sobre procedimientos de emergencia para las fotografías, Hendriks y Lesser¹¹⁰⁾ han encontrado que las copias endurecidas resisten la inmersión en agua durante largos periodos mejor que los mismos tipos de copias que no han sido previamente endurecidas. En el mismo estudio se encontró que no podían observarse cambios significativos en las propiedades de la gelatina después de haberla sometido a varios ciclos de inmersión en agua y desecación. De estas observaciones se dedujo que la gelatina, dentro de ciertos límites, parece experimentar cambios reversibles, hasta que se llega a un punto de ruptura o punto de destrucción, pero

sin que haya probablemente un deterioro gradual. Sin embargo, cuando las condiciones pasan de un cierto límite, la destrucción de la gelatina es irreversible.

4.4 Adherencia entre el soporte y el aglutinante

A veces se considera que esta propiedad particular: la fuerza de la unión entre el soporte, ya sea vidrio, película plástica y papel, por una parte, y el aglutinante, ya sea gelatina, colodión o albúmina, por otra, constituye un problema importante en la conservación de fotografías, pero en realidad, no suele serlo. Desde los días del negativo al colodión húmedo sobre placa de vidrio, los materiales de soporte han solido tratarse especialmente o recubrirse con una capa intermedia para conseguir una buena adherencia o para mejorarla. En la tecnología de la fabricación de películas, la sustancia empleada se llama a veces capa auxiliar. En circunstancias normales sólo se observa rara vez el despegue de la capa de emulsión de su soporte. En algunos casos, puede encontrarse que la capa de albúmina o de gelatina se despegue a lo largo de los bordes de una copia o una placa de vidrio, fenómeno que se llama "rizado" y que no constituye un problema importante. La situación es distinta cuando se someten fotografías históricas a tratamientos en soluciones acuosas. En tales casos deben hacerse primeramente pruebas para determinar si el aglutinante, o su adherencia al soporte se han debilitado. Esto es particularmente necesario si el tratamiento requiere el empleo de soluciones sucesivas de distinto pH, en las que este valor, que constituye la característica más importante de las soluciones acuosas, da una medida del grado de acidez (o alcalinidad) de una solución particular.

4.5 Estabilidad de la sustancia formadora de la imagen

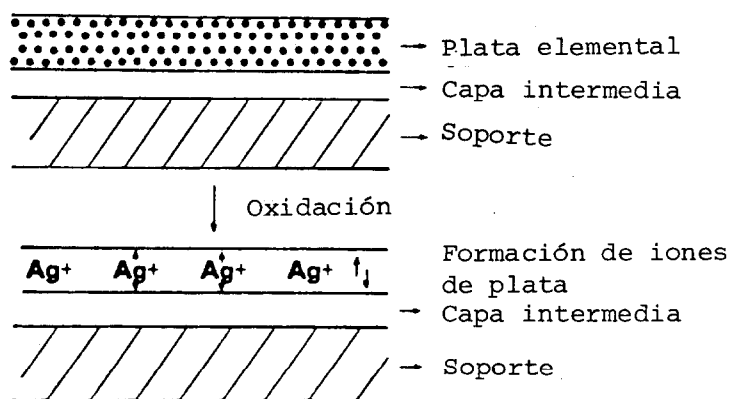
4.5.1 Plata

Como ya se ha indicado anteriormente, en todos los procesos fotográficos basados en la sensibilidad a la luz de los haluros de plata, la sustancia formadora de la imagen en el producto final, negativo o positivo, es la plata finamente dividida. También se ha dicho ya que la plata, en la forma particular en la que se encuentra en los materiales fotográficos, es capaz de reaccionar químicamente con los agentes oxidantes. La decoloración visual de la imagen fotográfica es la primera indicación de que la plata que la forma ha sido afectada. La principal excepción a este respecto es la coloración de la capa de gelatina que producían, por ejemplo, los primeros reveladores curtiénies, tales como el pirogalol. Este efecto puede reconocerse en los negativos por un margen claro a lo largo de los bordes, que debería ser incoloro. Si el margen exterior a la imagen en las copias de plata-gelatina, especialmente en las copias finales, ha adquirido un tinte amarillo o ligeramente pardo, su causa es probablemente la presencia de sales de plata residuales, es decir, una fijación incompleta. A menos que la base de papel se haya teñido, el margen de las copias de plata-gelatina debe ser blanco. Durante mucho tiempo se ha considerado que una fijación incompleta y la eliminación ulterior insuficiente de los compuestos fijadores era una de las principales causas de la decoloración, y especialmente del amarilleo, de las fotografías. Más adelante se examinarán los procedimientos correctos de procesamiento para prevenir esa decoloración. Sin embargo, en años recientes se han identificado otras fuentes de sustancias químicas que contribuyen a la decoloración de las fotografías. Weyde¹¹¹⁾ observó que ciertas resinas de fenol-formaldehído pueden emitir gases perjudiciales para los materiales fotográficos. Las copiadoras electrostáticas de oficina pueden producir ozono, una forma reactiva del oxígeno, que puede reaccionar con la plata de las fotografías. Los gases de escape emitidos por los automóviles y otros gases industriales pueden producir efectos análogos sobre las fotografías. En un elegante estudio, Feldman¹¹²⁾ examinó el efecto de diferentes tipos de pinturas domésticas sobre la decoloración de las copias fotográficas y encontró que las pinturas alquídicas producen peróxidos durante el secado que pueden reaccionar con la plata de la imagen. Mientras que las pinturas a base de látex han resultado inofensivas, las fotografías no deben exponerse al

público ni almacenarse en locales que hayan sido pintados con pinturas alquídicas antes de seis semanas como mínimo. Otro ejemplo de la susceptibilidad de la plata de las fotografías a los agentes oxidantes se descubrió en los rollos de micropelícula originales de cámara procesados. Estas reproducciones de documentos escritos (impresión en tinta negra sobre fondo blanco) son negativos con un gran contenido de plata, en los que las letras aparecen como imágenes blancas prácticamente exentas de plata mientras que el fondo es una superficie negra con una gran densidad de plata. Tales rollos de película son sensibles a un tipo de deterioración llamado manchas redox. Se ha elegido este nombre porque esas manchas, puntos de tamaño microscópico, por lo común circulares y de color anaranjado o rojizo, se forman por un mecanismo de oxidación-reducción. Citadas primeramente por Henn y Wiest¹¹³⁾ hace unos 20 años, se ha demostrado que son debidas al ataque de la plata por agentes oxidantes, en particular peróxidos que se forman durante la degradación lenta de los materiales de papel y cartón. En un manual publicado por el National Bureau of Standards de los Estados Unidos¹¹⁴⁾, McCamy ha resumido la formación y la caracterización de las manchas redox en micropelículas procesadas. Pope¹¹⁵⁾ ha comunicado los resultados de nuevas investigaciones sobre las manchas redox, mientras que McCamy et al.¹¹⁶⁾ y Hendriks¹¹⁷⁾ han publicado estudios sobre la presentación de tales manchas.

Las observaciones precedentes indican claramente que la permanencia de los materiales fotográficos en blanco y negro está considerablemente amenazada por la presencia de sustancias químicas oxidantes agresivas. Estas sustancias pueden estar contenidas en la capa de la imagen o en el soporte a causa de un procesamiento defectuoso, en cuyo caso ciertos compuestos que contienen azufre proporcionan los reactivos, o proceder de fuentes externas debido a la presencia de gases tales como dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, óxidos de nitrógeno, peróxidos y ozono. Otra fuente potencial de sustancias químicas reactivas son los materiales con los que los registros fotográficos están en estrecho contacto durante el almacenamiento, tales como las envolturas de archivo inadecuadas o el papel de periódico. Desde el punto de vista químico, la primera etapa descrita en la degradación de la imagen es siempre una oxidación de la plata elemental a iones de plata, es decir, partículas cargadas eléctricamente. Los iones de plata pueden emigrar a través de la capa de gelatina y formar compuestos de plata, por lo común sales. La Figura 10 representa esquemáticamente este fenómeno.

FORMACION DEL ESPEJO DE PLATA



Los iones de plata pueden emigrar y ser reducidos a plata elemental sobre la superficie o en la capa intermedia

Figura 10. Representación esquemática de la degradación de la plata de la imagen

El brillo metálico azul que se observa con frecuencia sobre la superficie de las zonas de gran densidad en los negativos y las copias de plata-gelatina históricos consisten esencialmente en una capa muy fina de plata elemental formada alrededor de núcleos de sulfuro de plata. La presencia de imágenes de transferencia en la capa de barita de las copias a la plata-gelatina deterioradas, visible después de despegar la capa de gelatina portadora de la imagen, es otra prueba de la capacidad de la plata oxidada para emigrar. La presencia de una gran humedad relativa hace posible y acelera las reacciones químicas de esta clase. En ciertas circunstancias, los iones de plata, además de formar compuestos de plata, pueden volver a reducirse a plata elemental que puede tener una morfología diferente de la que tenía la plata de la imagen inicial. Estos cambios se manifiestan en un tono diferente de la imagen y pueden medirse con un densitómetro. Una forma particular de la plata elemental, la llamada forma coloidal, es de color amarillo anaranjado y se produce en las manchas redox observadas en las micropelículas procesadas.

Si están correctamente procesados, los materiales fotográficos de plata-gelatina son intrínsecamente estables al calor seco y a la luz. El argumento con frecuencia aducido de que la luz debería tener un efecto deteriorante sobre la base de papel de una copia fotográfica no tiene en cuenta la presencia de la capa de barita que, debido a su propósito específico de producir una gran reflectancia de la luz, comunica al soporte subyacente una protección adecuada. Sin embargo, la exposición prolongada a la luz no puede recomendarse para las copias de papel salino ni las copias a la albúmina similares, individualmente sensibilizadas y procesadas, las llamadas copias al pigmento, las copias con metales distintos de la plata y los modernos papeles recubiertos de resina. Las copias antiguas, realizadas durante las dos o tres primeras décadas desde el comienzo de la fotografía sobre papel de calidad desconocida, se procesaron individualmente de una forma que ignoramos prácticamente hoy día. Se ha observado recientemente que las copias a la albúmina pueden sufrir cambios después de una exposición prolongada a la luz (comunicación personal de J. Reilly y D. Munson). Probablemente, las copias que lleva un metal distinto de la plata, sales metálicas o pigmentos como sustancias formadoras de la imagen se han realizado sobre papel de calidad inferior, en oposición a las copias a la plata realizadas sobre papel producido específicamente con fines fotográficos¹¹⁸). En este caso puede estar justificada la recomendación contra la exposición prolongada del papel a la luz. Por último, ya se ha señalado anteriormente la posibilidad de la oxidación fotoquímica de la capa de polietileno en los papeles RC.

TABLA 5 - PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN A LA PERMANENCIA

Temperatura

Humedad relativa

Sustancias químicas:

 contenidas en el producto;
 procedentes de los residuos del procesado;
 procedentes de fuentes exteriores,
 p.e., la atmósfera

Irradiación

En la Tabla 5 se resumen los principales factores que afectan a la estabilidad de los materiales fotográficos. No se enumeran por orden de prioridad, ni cada uno de ellos produce el mismo efecto sobre todos los materiales. Por lo común se requiere la acción combinada de dos de los factores enumerados para producir un efecto

perjudicial sobre una fotografía. Cabe citar como ejemplo, que ciertas sustancias químicas utilizadas en el procesado de registros fotográficos, tales como la micro-película, pueden producir el amarilleo y la decoloración cuando se deja que permanezcan sobre ellos. Un ejemplo bien conocido es la sal fijadora residual, llamada corrientemente hipo, que es una sustancia química incluida en el tercer grupo de la Tabla 5. Estas sustancias químicas residuales no producen manchas a humedades relativas muy bajas, del 8% aproximadamente¹¹⁹⁾. La presencia de humedad es necesaria para provocar la reacción entre el hipo y la plata de la imagen. Otro ejemplo es el debilitamiento de las fotografías en color bajo la influencia de los rayos luminosos, en particular los del extremo violeta del espectro. Sin embargo, ese debilitamiento se produce a una velocidad mucho menor en ausencia de humedad y de oxígeno, que son otros dos elementos de la Tabla 5. La presencia, o ausencia, de humedad resultará en último término el factor individual más importante que determina la longevidad de los materiales fotográficos.

4.5.2 Colorantes orgánicos

Ya se ha indicado que en la mayoría de los materiales fotográficos en color la imagen está formada por colorantes orgánicos, con la excepción de las fotografías realizadas por procesos de impresión con pigmentos. Aparte de las capas de barniz de las pinturas al óleo que se comportan de distinto modo en la oscuridad que cuando están expuestas a la luz, los colorantes de las fotografías en color parecen ser los primeros materiales de un medio artístico visual que palidecen apreciablemente en la oscuridad. Además, igual que otros muchos colorantes utilizados en la industria textil, los colores de acuarela y las tintas de imprenta palidecen cuando se exponen a la luz. En consecuencia, la industria fotográfica vigila la estabilidad de sus productos tanto en condiciones de almacenamiento en la oscuridad como en condiciones de exposición a la luz. La estabilidad durante el almacenamiento en la oscuridad se aprecia bajo la influencia únicamente del calor y una gran humedad relativa mientras que el empaldecimiento por la acción de la luz se aprecia a temperatura y humedad relativa constantes (20°C y 60%) con exposición a fuentes luminosas de intensidad y distribución espectral conocidas. La longevidad de una fotografía se define en función del tiempo que transcurre hasta que el colorante limitante, es decir, el más débil, pierde el 10% de su densidad de color.

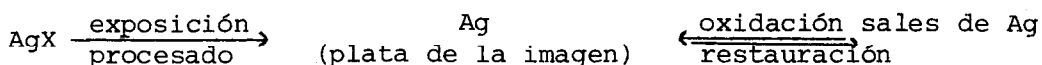
Uno de los primeros artículos que describen métodos para la medición del debilitamiento del color en las fotografías es el de Hubbell, McKinney y West¹²⁰⁾. En él se establecen las bases de la especificación corriente del American National Standards Institute (ANSI) sobre métodos para ensayar la estabilidad de la imagen en los materiales fotográficos en color procesados¹²¹⁾. En el artículo de Hubbell se describen los métodos para medir el debilitamiento de los colores en varias condiciones experimentales aceleradas de energía radiante, calor y humedad, a las que nos hemos referido anteriormente como condiciones de debilitamiento a la luz y almacenamiento en la oscuridad. En 1970, Adelstein, Graham y West¹²²⁾ publicaron un artículo muy interesante sobre la preservación de películas cinematográficas en color de valor permanente. A pesar del término "película cinematográfica", que figura en el título de su artículo, los autores ofrecen una clara descripción de los factores que afectan a la permanencia de las películas en color procesadas junto con varias opciones para el almacenamiento a largo plazo de estos materiales. El artículo formula también una de las primeras recomendaciones para el empleo del almacenamiento a baja temperatura. Las películas en color pueden acondicionarse a una humedad relativa comprendida entre el 15 y el 30% y almacenarse a -18°C o menos en recipientes herméticamente cerrados, o guardarse en una cámara a 2°C, muy poco por encima del punto de congelación del agua, y a una humedad relativa del 15 al 30%. En 1979, Tuite¹²³⁾ publicó un artículo sobre la estabilidad de la imagen en las fotografías en color, en el que se subraya la utilidad de la llamada ecuación de Arrhenius, que expresa la velocidad de una reacción química en función de la temperatura, para predecir las

condiciones del almacenamiento en la oscuridad de fotografías en color procesadas. El artículo presenta también datos que demuestran claramente el gran aumento de la longevidad de los colorantes fotográficos a medida que disminuye la temperatura de almacenamiento, siempre que se controle también la humedad relativa, por ejemplo, al 40% en el caso de los datos citados por Tuite. Bard, Larson, Hammond y Packard¹²⁴⁾ han demostrado convincentemente que la ecuación Arrhenius puede servir para formular predicciones exactas sobre la estabilidad a largo plazo, cuando se aplica a los datos obtenidos en condiciones experimentales de envejecimiento acelerado. Las velocidades de debilitamiento del color a la temperatura ambiente y a humedad relativa constante extrapolados a partir de datos obtenidos a seis temperaturas elevadas distintas coincidían estrechamente con el debilitamiento real del color observado en muestras de películas mantenidas a 24°C y 40% de humedad relativa.

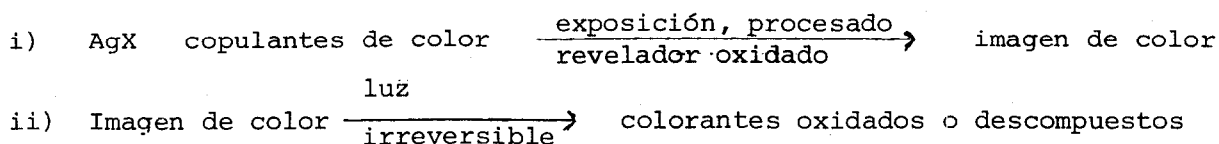
Se tienen muchos menos datos sobre la estabilidad frente a la luz de los materiales fotográficos en color procesados debido a las numerosas condiciones experimentales posibles, tales como la distribución espectral de la fuente luminosa, su intensidad, los efectos de intermitencia, etc. Recientemente, un importante fabricante norteamericano ha publicado datos tanto sobre la estabilidad durante el almacenamiento en la oscuridad como en condiciones de iluminación de varios de sus papeles y películas existentes en el comercio. Estos folletos de información corriente resumida están ilustrados con reproducciones en color exactas que demuestran los efectos visuales sobre una fotografía en color sometida a pruebas de incubación o de exposición prolongada a una fuente luminosa de gran intensidad. Análogamente, otro fabricante ha publicado datos sobre el efecto de la radiación ultravioleta sobre copias en color producidas por dos compañías diferentes y a las que se les había aplicado un recubrimiento protector patentado¹²⁶⁾. La única fuente adicional de información sobre las características del debilitamiento por la acción de la luz en materiales fotográficos en color procesados son los resultados de ensayos comparativos independientemente realizados. Tales datos han sido presentados y analizados por Schwalberg¹²⁷⁾ y por Wilhelm¹²⁸⁾.

Mientras que la deterioración de la plata de la imagen en las fotografías en blanco y negro es reversible, al menos en teoría, la destrucción de los colorantes de las fotografías en color debida a cambios en la estructura molecular de aquéllos causada tanto por agentes químicos como por la exposición a la luz en presencia de oxígeno y humedad, se considera irreversible. Estos conceptos se resumen en el siguiente esquema, donde Ag es el símbolo utilizado por los químicos para la plata (del latín argentum) y X cualquiera de los halógenos, es decir, el color (símbolo Cl), el bromo (símbolo Br) o el yodo (símbolo I):

En las fotografías en blanco y negro:



En las fotografías en color:



En la práctica, esto significa que en la medida de nuestros conocimientos, no es posible la restauración de las fotografías en color debilitadas convirtiendo de nuevo los fragmentos del colorante oxidado o hidrolizado en el colorante original.

5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PERMANENCIA DE LOS MATERIALES FOTOGRAFICOS

5.1 Humedad relativa

La humedad relativa (HR) se define como el cociente entre la humedad absoluta medida del aire y la del aire saturado de agua a la misma temperatura¹²⁹⁾.

$$\text{Humedad relativa} = \frac{\text{humedad absoluta medida del aire}}{\text{humedad absoluta del aire saturado}} \times 100$$

Puesto que la humedad absoluta del aire saturado depende de la temperatura, lo mismo sucede con la humedad relativa. Macleod¹²⁹⁾ ha publicado un excelente estudio sobre la humedad relativa y sus efectos en el comportamiento de varios materiales. Está hoy día bien comprobado que los materiales fotográficos basados en la fotosensibilidad de los haluros de plata (es decir, la mayoría de los registros fotográficos fijos y la totalidad de las películas cinematográficas y las micropelículas) son más sensibles a las condiciones ambientales que la mayor parte de los demás materiales existentes en los archivos y las bibliotecas. El efecto destructor de una gran humedad relativa sobre la estabilidad de las imágenes fotográficas se ha demostrado ampliamente a lo largo de la historia de la fotografía: Gladstone¹³⁰⁾ señaló en 1892 el efecto del clima húmedo de la India sobre la permanencia de las copias al bromuro. En 1923, Deck¹³¹⁾ estudió la estabilidad de varios tipos de copias fotográficas en los climas tropicales. Pouradier¹³²⁾ determinó que el control de la humedad relativa es el factor dominante en la estabilidad a largo plazo de las fotografías. Más recientemente, Reilly¹³³⁾ ha encontrado que la humedad relativa es el factor que controla la velocidad de la reacción de amarilleo de las copias a la albúmina. Las pruebas disponibles parecen demostrar que la humedad relativa es el factor ambiental que debe controlarse más rigurosamente debido a su efecto sobre las propiedades físicas de los materiales y a que la presencia de humedad es un poderoso catalizador de la mayor parte de las reacciones químicas; acelera la decoloración del papel de albúmina, la adherencia de las capas de gelatina, el amarilleo de las copias a la albúmina, el crecimiento de moho, la formación de herrumbre en los estuches metálicos y otros fenómenos. La humedad relativa en el lugar de almacenamiento de fotografías no sólo debe mantenerse a niveles razonables (por ejemplo, al 40% véase Capítulo 9), sino que el nivel elegido debe mantenerse constante. La industria de fabricación fotográfica utiliza los cambios cíclicos en la humedad relativa para envejecer artificialmente las películas y las copias con fines de ensayo. Esas condiciones (por ejemplo, baja humedad relativa durante el día, alta durante la noche) producen un efecto particularmente destructor sobre los materiales fotográficos.

5.2 Temperatura

Cualitativamente hablando, la temperatura es la causa de nuestra sensación física de calor y de frío, así como de muchos otros cambios físicos de la materia. La mayor parte de los fenómenos físicos y químicos dependen de la temperatura. Para el físico, la temperatura absoluta de un gas ideal es una medida de la energía cinética media de sus moléculas.

Está bien establecido el efecto de las altas temperaturas (es decir, superiores a 30°C) de almacenamiento sobre los registros fotográficos. Como regla práctica puede decirse que la velocidad de las reacciones químicas se multiplica por dos cuando la temperatura aumenta unos 10°C. Inversamente, las temperaturas bajas de almacenamiento producen una disminución considerable en la velocidad de las reacciones de deterioración y, por lo tanto, son beneficiosas para la preservación de los materiales de archivo. Los cambios cíclicos de la temperatura son tan perjudiciales para la longevidad de los materiales fotográficos como los de la humedad relativa. Esos cambios producen la dilatación y la contracción de los materiales, pero estos movimientos ocurren diferencialmente en la estructura de la fotografía: el soporte de la película frente a la emulsión de gelatina o la base de papel frente a la capa de albúmina, etc., ocasionando varios tipos de daños físicos.

Existen varios instrumentos que miden y registran la humedad relativa, la temperatura o ambas simultáneamente. Lafontaine¹³⁴⁾ ha escrito una excelente reseña de los varios tipos de equipo disponibles comercialmente.

5.3 Reactivos químicos

Ya se han mencionado anteriormente las sustancias químicas que pueden oxidar la plata de la imagen en las fotografías y que pueden encontrarse en el medio ambiente. Tales son los peróxidos, el ozono, los óxidos de azufre y el óxido de nitrógeno. La plata elemental tiene una gran afinidad para ciertos tipos de materiales que contienen azufre, formando un compuesto muy estable llamado sulfuro de plata. El sulfuro de hidrógeno, gas incoloro de olor desagradable, que es un subproducto de la actividad industrial y como tal está presente en la atmósfera, puede reaccionar fácilmente con la plata de la imagen fotográfica formando sulfuro de plata. Otra fuente de sustancias químicas sulfuradas son ciertos compuestos residuales del procesado. El llamado baño fijador contiene tiosulfato sódico o amónico disuelto en agua, que sirve para eliminar los haluros de plata no expuestos y, por lo tanto, no revelados. El componente tiosulfato del compuesto fijador contiene azufre en una forma capaz de reaccionar con la plata de la imagen si se deja que permanezca en las películas o los papeles. Debe procurarse eliminar cuidadosamente esos compuestos residuales de los materiales fotográficos procesados que se destinan a una conservación a largo plazo (véase Capítulo 7).

Los procesos de degradación de películas fotográficas intrínsecamente inestables pueden producir reactivos químicos de efecto perjudicial comprobado sobre la permanencia de los materiales fotográficos. Ya se ha mencionado anteriormente el ejemplo del nitrato de celulosa de las películas⁹¹⁾. Por último, está bien comprobado que ciertas envolturas de archivo (carpetas, sobres, ect.) están hechas con materias químicamente inestables que pueden afectar adversamente a las películas o los papeles guardados en ellas debido al estrecho contacto existente entre la fotografía y la envoltura.

5.4 Irradiación

Macleod¹³⁵⁾ ha publicado un buen estudio sobre la naturaleza de la luz junto con una explicación de los conceptos y las unidades de medición de la luz. Anteriormente se ha indicado que las copias a la plata-gelatina correctamente procesadas son intrínsecamente estables a la luz, pero que deben tomarse precauciones en la exposición al público durante un tiempo prolongado de copias salinas, copias a la albúmina y los distintos tipos de copias que contienen pigmentos distintos de la plata. Las fotografías en color son particularmente susceptibles al debilitamiento por la acción de la luz. Feller¹³⁶⁾ ha publicado una reseña general sobre el efecto de la luz en los objetos de museo.

Aunque los cuatro factores principales que afectan a la permanencia de los materiales fotográficos se han examinado separadamente, debe recordarse que por lo común es la combinación de dos de ellos por lo menos, lo que es particularmente destructor, por ejemplo una sustancia química y la humedad, o la luz en presencia de humedad y de oxígeno.

6. DUPLICACION Y COPIA

Las consideraciones precedentes han puesto de relieve la estructura de los materiales fotográficos y los factores que pueden afectar a su permanencia con objeto de que se comprendan mejor las recomendaciones que siguen para el almacenamiento, la preservación y la restauración de esos registros. Los conservadores de colecciones fotográficas se enfrentan constantemente con el dilema de que las imágenes tienen que usarse y al mismo tiempo preservarse. Brown¹³⁶⁾ ha señalado que el valor de una colección puede medirse por la intensidad del uso que se hace de ella. Las imágenes fotográficas se utilizan en la investigación histórica, las publicaciones de todas clases y las exposiciones al público. Esta demanda exige cierto número de técnicas y servicios para que las fotografías sean accesibles a los usuarios.

Los negativos se utilizan para obtener copias positivas opacas por contacto o, si se necesita una copia mayor que el negativo original, por ampliación. Si la deterioración de los negativos está avanzada, se hacen negativos duplicados. Si las copias positivas se encuentran en tal estado que no pueden seguir manejándose con seguridad, se hace un negativo copiado en una cámara.

En este capítulo se examinarán los principales métodos de duplicación y copias de imágenes fotográficas. En inglés, los aficionados utilizan la palabra copia (copying) de un modo bastante vago para indicar varios procedimientos de reproducir fotográficamente una imagen original. En los círculos profesionales, un negativo obtenido a partir de un negativo original es un negativo duplicado (la misma tonalidad y materiales semejantes en ambos) y análogamente, una diapositiva (tanto en blanco y negro como en color) obtenida a partir de una diapositiva original es una diapositiva duplicada. En cambio, una copia es una imagen positiva obtenida a partir de un negativo, o viceversa. Por ejemplo, un negativo obtenido en una cámara a partir de una copia positiva es una copia negativa, y lo mismo sucede con una diapositiva obtenida a partir de una impresión original (cambio de tonalidad).

6.1 Duplicación de negativos en blanco y negro

Las razones para duplicar negativos en blanco y negro históricos son bien conocidos: la posibilidad de hacer copias para los usuarios con el negativo duplicado evitando manejar el original; obtener un registro fiel del original si éste necesita un tratamiento de restauración; y la inestabilidad intrínseca de algunas bases de película plástica. Hay varias maneras posibles de hacer un negativo duplicado¹⁴⁴:

1. Utilizando una película de duplicación adecuada para obtener un positivo intermedio que puede exponerse por contacto sobre otra hoja de película (del mismo tipo o de uno diferente).
2. Utilizando una película de duplicación directa, llamada a veces película autopositiva.
3. Utilizando una película de copia de grano fino adecuada que se revela luego por inversión.
4. Haciendo una copia positiva sobre papel a partir del negativo original, la cual se copia luego en una cámara para producir un negativo copiado.
5. Utilizando un material en blanco y negro instantáneo, como la película Polaroid tipo 665 positiva/negativa.

De estos procedimientos, el revelado inverso es difícil de controlar y la obtención de un negativo duplicado a partir de una copia realizada con el negativo original conduce inevitablemente a resultados inferiores por razones sensitométricas (diferencia entre la escala de exposición del papel y la gama de densidad del negativo). El empleo de un material en blanco y negro instantáneo, como se propone en la opción nº 5, es un procedimiento económico que se ha aplicado por lo menos en una importante colección fotográfica de Inglaterra, incluso si los resultados esperados pueden ser ligeramente inferiores.

Un examen de las publicaciones sobre fotografía demuestra que son muy pocos los autores que han abordado este tema aplicando conceptos sensitométricos. Mientras que muchos autores han tratado el tema algo superficialmente, Crabtree¹³⁷) ha dado un procedimiento conciso para hacer un duplicado con ayuda de un positivo intermedio. Se han publicado muchos procedimientos para la duplicación directa de películas, que fue primeramente introducida por Agfa en 1933^{138, 139}), seguida por Eastman Kodak en 1938¹⁴⁰) con su película comercial autopositiva de seguridad. Estas películas pueden

ponerse en contacto con un negativo, exponerse a una fuente luminosa puntual y revelarse directamente para obtener un negativo. Capstaff y Seymour¹⁴¹⁾, Ives y Huse¹⁴²⁾ y Crabtree y Schwingel¹⁴³⁾ han publicado buenas reseñas sobre los principios de la duplicación de películas cinematográficas. Sus observaciones también son aplicables a la duplicación de negativos en general. Hendriks, Madeley y Toll¹⁴⁴⁾ han presentado recientemente los resultados de un estudio sobre la duplicación por contacto de películas negativas históricas en blanco y negro, utilizando diversos tipos de películas para el positivo intermedio, así como una película para la duplicación directa. En este estudio se evitó el empleo de un sistema óptico (cámara, ampliadora). Los negativos originales se expusieron por contacto, manteniendo así su formato original. A fin de obtener un duplicado fiel de un negativo histórico, la amplitud de densidad del negativo original debe situarse sobre la porción recta de la curva característica de la película utilizada para la duplicación. La Figura 11 representa una curva característica generalizada de una película fotosensible.

CURVA CARACTERISTICA
(CURVA H y D)

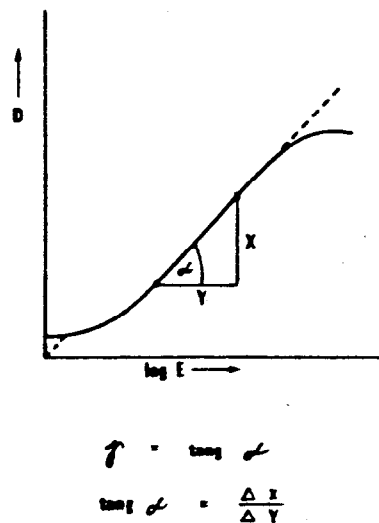


Figura 11. Curva característica (o curva H y D) de un material fotográfico

La curva característica se llama a veces curva H y D por haber sido F. Hurter y V.C. Driffield¹⁴⁵⁾, los primeros que estudiaron de una manera sistemática la reacción a la luz de los materiales fotográficos a base de haluro de plata. La curva muestra cómo reacciona una película o un papel después de revelado, frente a la exposición a cantidades crecientes de luz. En teoría, la respuesta, es decir, la formación de la densidad debería ser proporcional a la cantidad de luz. Si la curva característica de una película, que indica el aumento de la densidad (expresada por un logaritmo) en función del logaritmo de la exposición fuera una línea recta que formara un ángulo de 45° con el eje de abscisas, la película daría una reproducción ideal de la tonalidad. Sin embargo, esto nunca sucede, sino que la curva característica de las películas y los papeles fotográficos tienen una zona de subexposición, la llamada zona del velo de fondo, en la que un aumento de la exposición produce un aumento pequeño o nulo de la densidad.

Cuando se llega a una respuesta casi proporcional, la curva se convierte en un tramo recto, que es la zona de reproducción tonal correcta. Por último, la curva llega a un punto en la que se aplana de nuevo y un aumento de la exposición no produce más aumento de la densidad. Se alcanza así la densidad máxima ($D_{\text{máx}}$). Esta parte de la curva característica se llama cima. Un requisito esencial en un trabajo de duplicación de buena calidad es utilizar la parte recta de la curva característica

de la película empleada para el duplicado. Otro requisito es que esta película tenga una gran latitud de densidad para que pueda incluir la amplitud de densidad del negativo original. La amplitud de densidad se define como la diferencia entre la densidad máxima de las partes más iluminadas con detalles reconocibles y la densidad mínima ($D_{\min}$), o densidad en la sombra con detalles. En consecuencia, antes de emprender un trabajo de duplicación hay que determinar las curvas características de la película, o las películas, que van a ensayarse a fin de establecer la amplitud de densidad, la porción recta de la curva y la inclinación de ésta. La extensión de la curva, es decir, la densidad máxima, y su inclinación, es decir, la velocidad a la que alcanza el valor $D_{\max}$, indican el contraste de una película o un papel. El contraste depende de la propia película, de la exposición, del revelador empleado y del tiempo de revelado, por lo que puede controlarse modificando estas variables. En la práctica, el material de la película, siempre que sea adecuado para el propósito perseguido, y la exposición pueden mantenerse constantes. A continuación se resumen las propiedades que deben tener las películas de copia a fin de ser consideradas aptas para el trabajo de duplicación:

1. Deben tener una gran amplitud de densidad para incluir la amplitud de densidad del negativo original.
2. La curva característica resultante del sistema de reproducción tonal debe tener un largo tramo recto, que pueda incluir la amplitud de densidad del negativo original.
3. Deben poderse revelar hasta la unidad gamma, siendo gamma la tangente del ángulo alfa (véase la Figura 11) y un indicador de contraste.
4. Deben tener un grano fino y un gran poder de resolución.

Es conveniente recordar aquí la orientación de la imagen resultante de la duplicación. La Figura 12 demuestra que una imagen negativa formada en una cámara está invertida verticalmente y lateralmente.

FORMACION DE LA IMAGEN

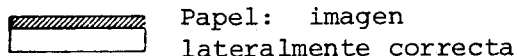
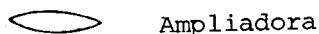
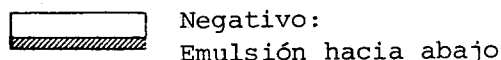


Figura 12. Formación de la imagen en la cámara y en la ampliadora.

Esta situación se corrige si el negativo se coloca en la ampliadora con el lado de la emulsión hacia abajo. En la impresión por contacto, el negativo y el papel de imprimir se colocan emulsión contra emulsión. En las Figuras 12 a 14 esquemáticas, la emulsión es la capa sombreada. De la Figura 13 se deduce claramente que al duplicar un negativo original en dos etapas, es decir empleando un positivo intermedio, éste (lo mismo que si fuera una copia opaca positiva) es lateralmente correcto (por estar impreso a partir de un negativo lateralmente invertido) y que el negativo duplicado final es lateralmente inverso, lo mismo que el original y como debe de ser.

DUPLICACION

I. METODO EN DOS ETAPAS

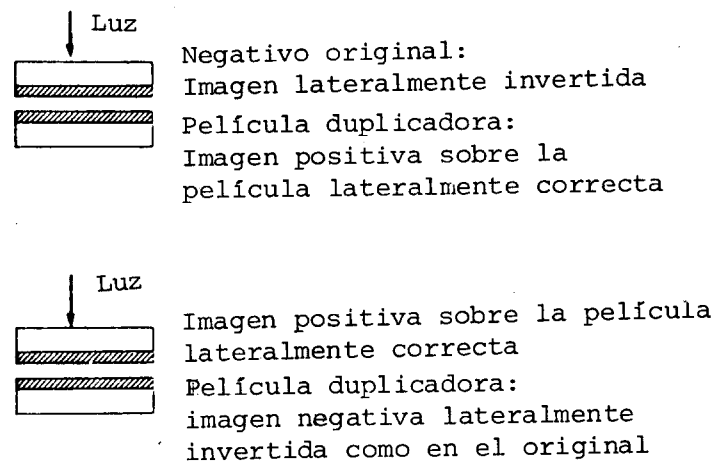


Figura 13. Conservación de la orientación de la imagen en la duplicación de un negativo

Sin embargo, cuando se utiliza una película de duplicación directa será preferible, para obtener la máxima nitidez, exponerla al negativo original emulsión contra emulsión, como se indica en la Figura 14 a). Este negativo duplicado es lateralmente correcto y debe imprimirse con el lado de la emulsión hacia arriba en la ampliadora. Para obtener un negativo duplicado lateralmente invertido, como en el original, pueden utilizarse las disposiciones representadas en la Figura 14 b) y c). La exposición se realiza por la base de la película duplicadora o por la base del negativo original.

II. PELICULA DE DUPLICACION DIRECTA

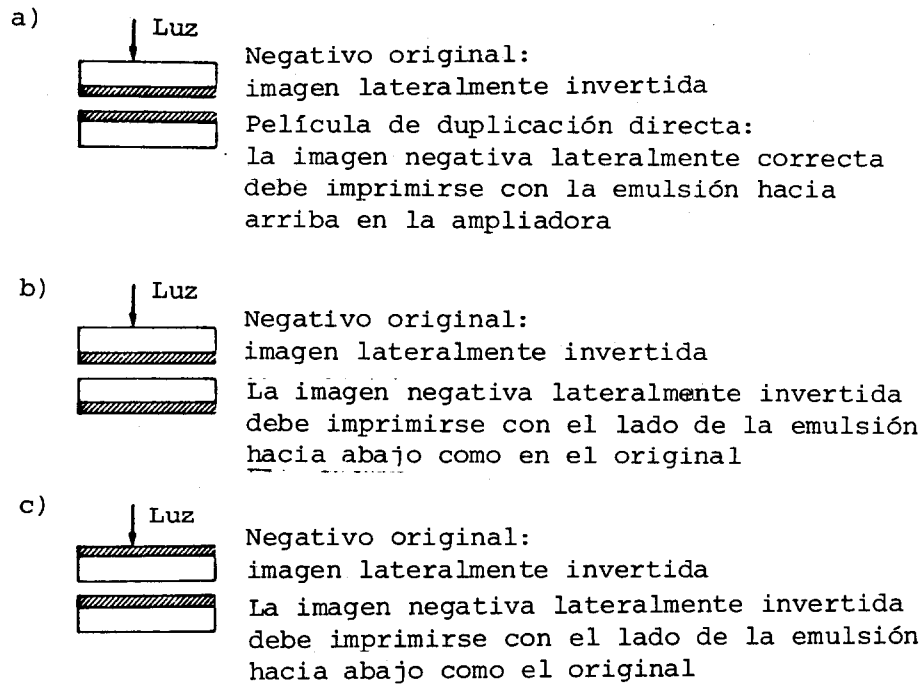


Figura 14. Duplicación de negativos utilizando película de duplicación directa

Ambos procedimientos son objetables, pero es más probable que el último produzca un negativo duplicado poco nítido, debido a la posible deterioración física (¡abrasión!) y química (¡manchado!) de la base de la película original. Los negativos duplicados obtenidos por el procedimiento indicado en la Figura 14 a) deben marcarse de alguna manera para indicar que son lateralmente correctos y, por lo tanto, deben colocarse en la ampliadora con la emulsión hacia arriba.

6.2 Copia de positivos en blanco y negro

Mientras que en la duplicación de negativos, la amplitud de densidad de las películas negativas constituía el principal problema, en la copia de positivos en blanco y negro el principal problema es la diferencia en la escala de exposición de los papeles. Rudd¹⁴⁶⁾ ha publicado una excelente descripción sobre la copia de positivos opacos en blanco y negro utilizando una cámara. El requisito principal es el mismo que se ha indicado para la duplicación de negativos, o sea, utilizar el tramo recto de la curva característica de la película copiadora para obtener una buena reproducción tonal. Sin embargo, los detalles operatorios no pueden examinarse dentro del marco de este estudio.

6.3 Copia de otros materiales

La duplicación e impresión de películas en blanco y negro en grandes rollos, tales como las micropelículas o las películas cinematográficas, se realizan en máquinas expresamente construidas para ese fin y suelen contratarse con laboratorios especializados. Lo mismo se aplica a la duplicación e impresión de materiales fotográficos en color, que rara vez se hacen en los propios archivos o bibliotecas, sino que se encomiendan a laboratorios especializados.

6.4 Autorradiografía

Durante los últimos 20 años se ha desarrollado un tipo particular de copia que se ha llamado erróneamente "restauración". Se trata de un procedimiento de copia por contacto para copiar fotografías descoloridas. Ya se ha indicado anteriormente que en las fotografías descoloridas y debilitadas la plata se ha convertido en sales de plata que pueden ser amarillas o pardas. En la autorradiografía, la plata (lo mismo en forma de sal que en forma elemental) se hace radiactiva y la copia así preparada se pone en contacto con una película radiográfica, que es expuesta por radiación con arreglo a la imagen. Estos experimentos fueron realizados por Sayre utilizando neutrones de un reactor atómico como fuente para hacer a la plata radiactiva y han sido publicados por Ostroff¹⁴⁷⁾. Pudieron obtenerse buenas copias a partir de fotografías completamente debilitadas. Puesto que los reactores atómicos no suelen ser accesibles a los laboratorios de conservación, se han hecho ensayos para simplificar el procedimiento. Houtman (1967) ha utilizado entonadores radiactivos (sales de oro y de selenio) para formar plata radiactiva en la fotografía. Askins comunicó por primera vez en 1976¹⁴⁸⁾ el empleo de tiourea radiactiva que reacciona con la plata de la imagen produciendo sulfuro de plata radiactivo. Este método se ha utilizado para intensificar radiografías médicas subexpuestas y para copiar fotografías históricas debilitadas.

7. PROCESADO DE MATERIALES FOTOGRAFICOS EN BLANCO Y NEGRO CONTEMPORANEOS PARA LOGRAR LA MAXIMA PERMANENCIA POSIBLE

Se ha mencionado anteriormente que entre los reactivos químicos capaces de reaccionar con la plata de la imagen de las fotografías hay ciertas sustancias químicas residuales del procesado que desempeñan una función importante. Los ensayos realizados para eliminar esos compuestos han conducido a procedimientos que se llaman con frecuencia "procesado de archivo". Estos procedimientos son más complejos para las copias fotográficas que para las películas, pues la base de papel puede absorber y retener productos químicos del procesado de posible acción perjudicial para la permanencia de la fotografía. Esas sustancias químicas deben eliminarse por procedimientos de lavado especiales. Puesto que la película plástica no absorbe las soluciones acuosas, el tratamiento de las películas es algo menos complicado. Aunque no se ha demostrado que las sustancias reveladoras residuales produzcan un efecto perjudicial sobre la estabilidad de las fotografías, la elección del revelador puede tener una considerable influencia sobre la morfología (tamaño y forma) de los granos de plata procesados y, por lo tanto, sobre su estabilidad. Ya en los primeros días de la fotografía se reconoció la importancia de eliminar las sales fijadoras residuales (tiosulfato sódico o amónico o vulgarmente hipo), como lo demuestran algunos artículos publicados en 1866¹⁴⁷⁾. Desde entonces han aparecido muchas publicaciones sobre este tema, que no se pueden examinar aquí de un modo completo. Eaton¹⁵⁰⁾ ha publicado un excelente resumen reciente de este problema haciendo hincapié en el efecto del pH de las soluciones procesadoras. Ya a finales del siglo XIX se propusieron soluciones salinas especiales para ayudar a eliminar los compuestos fijadores residuales. Weyde¹⁵¹⁾ señaló en 1933 que puede utilizarse un tratamiento final de las fotografías con una solución diluida de carbonato sódico en agua para mejorar la permanencia de las copias fotográficas. Se ha realizado mucha labor experimental sobre este tema, cuyos resultados fueron publicados en las décadas 1940 y 1950 por Eaton y Crabtree¹⁵²⁾, Crabtree, Eaton y Muehler¹⁵³⁾, Crabtree, Henn y Edgerton¹⁵⁴⁾, Henn, King y Crabtree¹⁵⁵⁾ y Crabtree, Eaton y Muehler¹⁵⁶⁾. Como consecuencia de esa labor se introdujeron comercialmente en Norteamérica los medios auxiliares de lavado. Estos medios pueden dividirse en dos grupos principales según su mecanismo de acción: los agentes lavadores del hipo y los eliminadores del hipo. Los primeros consisten primordialmente en una simple solución salina que acelera el lavado de las películas y los papeles, después de descubrirse que el agua de mar era eficaz para lavar películas y copias, siempre que se aclarasen luego con agua dulce¹⁵²⁾. La eficacia de

los agentes lavadores del hipo parece estar basada en un simple efecto iónico producido por un aumento de la polaridad del agua de lavado. En cambio, los eliminadores del hipo son agentes oxidantes que convierten químicamente las sales fijadoras indeseables en compuestos (sulfatos) que se eliminan por lavado más de prisa que el tiosulfato y que no tienden a reaccionar con la plata de la imagen aunque queden trazas de ellos en la película o el papel. Principalmente para las copias en papel se han propuesto procedimientos complejos de tratamiento en archivo, pues para eliminar los compuestos fijadores perjudiciales en las películas se considera eficaz un corto tratamiento con una solución de sulfito sódico al 2% aproximadamente, que es el agente más corrientemente utilizado para el lavado del hipo. Por ejemplo, un procedimiento tradicional para el procesado de copias a base de celulosa consiste en emplear (después del tratamiento en un baño revelador seguido de un baño fijador para detener la acción reveladora) dos baños fijadores de endurecimiento sucesivos, el segundo de los cuales debe ser una solución recientemente preparada. La presencia de un compuesto endurecedor en los baños fijadores produce el efecto secundario indeseable de hacer más difícil la eliminación de las sales fijadoras del material. En consecuencia, después de un corto aclarado en agua, la copia se trata durante unos minutos con un baño lavador del hipo. Después de un lavado de 20 minutos la copia se trata con un baño eliminador del hipo que consiste en una solución de peróxido de hidrógeno en amoníaco. Este procedimiento estipula que la fijación de copias en un baño endurecedor durante varios minutos requiere medidas especiales, es decir, el empleo de un baño lavador del hipo y otro baño eliminador del hipo. El American National Standards Institute¹⁵⁷⁾ ha publicado un procedimiento todavía más riguroso, que también utiliza dos baños fijadores, pero que no contiene ningún agente endurecedor. A pesar de ello se estipula el empleo de una solución eliminadora del hipo y de un agente lavador del hipo para conseguir la separación completa de los compuestos fijadores residuales. Recientemente, un fabricante europeo ha publicado recomendaciones para el procesado de un nuevo papel de ampliación a base de celulosa. Después del revelado y de un baño de parada, la copia se fija con un fijador rápido no endurecedor durante 30 segundos. Hace ya unos 60 años que Lumière et al.¹⁵⁸⁾ establecieron que el tiempo de fijación para un papel al bromuro con un fijador no endurecedor es inferior a 30 segundos. Los llamados fijadores rápidos, que contienen tiosulfato amónico en vez de la sal sódica, requieren menos tiempo todavía de fijación. La ventaja de un tiempo de fijación de 30 segundos es que la base de papel no puede absorber grandes cantidades de sales fijadoras. En consecuencia, sólo quedan cantidades muy pequeñas de compuestos fijadores residuales para eliminarlos por lavado. Para completar el tratamiento se usa entonces una solución auxiliar de lavado patentada. En todos los procedimientos, las copias se secan al aire para impedir una posible contaminación procedente de una cinta o tambor de secado.

Hay que mencionar aquí los métodos para determinar la presencia de sales de plata residuales en un material procesado, lo que indica una fijación incompleta, y de sales fijadoras residuales, lo que indica un lavado insuficiente. En una publicación de la Compañía Eastman Kodak¹⁵⁹⁾ se describen ensayos cualitativos para los compuestos de plata residuales, en uno de los cuales se utiliza una solución acuosa al 1,6% de sulfuro sódico que, en presencia de sales de plata, forma un color amarillo o pardo. En otro se emplea una solución rápida de entonador de selenio. En un ensayo cualitativo de los compuestos fijadores residuales ("ensayo del hipo") se emplea una solución ácida diluida de nitrato de plata que también forma una mancha amarilla de sulfuro de plata en presencia de sales fijadoras residuales. Este ensayo puede modificarse a fin de servir como método cuantitativo para la determinación de compuestos fijadores residuales. Este método, que ha sido adoptado por el American National Standards Institute¹⁶⁰⁾, se llama entonces ensayo densitométrico de la plata. La misma norma, ANSI PH4.8-1978, describe también el llamado método del azul de metileno para medir el tiosulfato en las películas procesadas, que se usa particularmente en la industria de la micropelícula.

En resumen, la finalidad de esos procedimientos es obtener materiales fotográficos prácticamente exentos de sales fijadoras residuales, pues se ha demostrado en el pasado que estos compuestos contribuyen a la decoloración de dichos materiales. Durante más de 100 años se ha utilizado un procedimiento llamado entonación como parte integral del procesado o como tratamiento posterior al procesado de fotografías reveladas y fijadas. La palabra entonación indica que el tratamiento produce un cambio en el tono de la imagen de una fotografía procesada. Por ejemplo, las imágenes impresas sin entonar son pardas, pardorrojizas o incluso rojo creta. La entonación con una solución de una sal de oro desplaza el color de la imagen hacia tonos más fríos, es decir, el púrpura, el negro azulado o, a veces el negro neutro. Un segundo efecto de los procedimientos de entonación es aumentar la estabilidad de la plata de la imagen. Cuando las copias fotográficas se tratan con soluciones de ciertas sales metálicas, la plata de la imagen puede convertirse en un compuesto más estable, tal vez incluso una aleación, o cubrirse con una capa protectora de un metal noble¹⁶¹⁾. Aunque el mecanismo de la reacción de entonación no parece estar bien explicado¹⁶²⁾, se ha comprobado claramente el efecto protector de ese tratamiento. Cuando las copias entonadas se exponen a atmósferas oxidantes o sulfurantes, la decoloración se produce a una velocidad mucho menor que la observada en las copias sin entonar. Al parecer, el método más antiguo de entonación ha sido el empleo de sales de oro. La mayoría de las copias fotográficas impresas, en particular las de albúmina, se entonaban con oro. Un segundo procedimiento consiste en transformar la plata de la imagen en sulfuro de plata estable. Es interesante señalar aquí que la función de sulfuro de plata en los negativos y en las copias es una causa importante de decoloración cuando ocurre de un modo incontrolado e irregular. Huelga decir que en el proceso de entonación toda la plata de la imagen se convierte en sulfuro de plata de un modo controlado y uniforme. Nitzel¹⁶³⁾ ha publicado un excelente estudio sobre el proceso de entonación haciendo hincapié en los detalles operatorios que deben observarse para obtener imágenes permanentes. El empleo de sales de selenio como agentes entonadores se introdujo a principios del siglo XIX en Alemania¹⁶⁴⁾. Las sales de selenio se usan ampliamente para la entonación de copias, aunque también es posible su aplicación a los negativos¹⁶⁵⁾. Ya se ha indicado anteriormente el empleo de un entonador de selenio para distinguir entre las copias al bromuro y al cloruro. En las publicaciones fotográficas se han propuesto con fines de entonación otras muchas soluciones de sales metálicas con inclusión de otros metales nobles como el platino y el paladio, pero las soluciones de oro, selenio y azufre son hasta ahora las que se usan más ampliamente y las que han sido más detenidamente estudiadas.

El empleo de procedimientos de entonación ha adquirido recientemente renovada importancia. Los primeros materiales fotográficos de plata-gelatina, por ejemplo los que se fabricaron a finales del siglo pasado y principios de éste, contenían más plata que los productos actuales. Los fabricantes han aprendido a disminuir la cantidad de sales de plata costosas sin sacrificar propiedades fotográficas importantes, tales como la sensibilidad, la nitidez, el contraste y la densidad máxima. A fin de conseguir eso con menos sales de plata es probable que los materiales en blanco y negro procesados actuales contengan más cantidad de plata filamentosa. Esta forma parece ser más susceptible al ataque químico que los materiales antiguos. Así lo ha reconocido al menos un fabricante al recomendar que una determinada película se trate con un entonador de selenio para maximizar la permanencia de la imagen final¹⁶⁶⁾. También se ha creado un nuevo fijador para utilizarlo en el procesado de esa película particular, aunque su fórmula no se ha hecho pública. Hace unos 20 años se formuló la recomendación de añadir 0,2 gramos de yoduro potásico por litro al baño fijador a fin de aumentar la resistencia de la plata de la imagen a la formación de manchas redox en las micropelículas¹⁶⁷⁾. Se recuerda aquí que la micropelícula es un material de gran contraste, baja velocidad y grano fino, que probablemente es atacado químicamente con más facilidad que los materiales de grano más grueso. La tendencia recientemente observada en las copias de papel recubierto de resina a adquirir manchas de color amarillo anaranjado al cabo de varios años de exposición al público

también podría prevenirse entonando esas copias después del procesado. Se cree que la presencia de una capa de polietileno pigmentada debajo de la capa de plata-gelatina impide la emigración de la plata oxidada (iones de plata) hacia la base de papel, lo que impediría eficazmente que catalizara una nueva oxidación de la plata de la imagen. En las copias a base de celulosa, la capa de barita y el papel podrían actuar como un depósito hacia el que pueden emigrar los iones de plata, manteniéndolos así apartados de participar en reacciones ulteriores. En consecuencia, es probable que los procedimientos de entonación vuelvan a desempeñar de nuevo una importante función en el procesado de los materiales fotográficos contemporáneos. Debido al elevadísimo precio del oro y de sus compuestos y al apreciable cambio en el tono de la imagen hacia los colores pardos que produce la entonación con sulfuro, es probable que se extienda cada vez más el empleo de las sales de selenio como entonador preferido.

8. ENSAYO DE FOTOGRAFÍAS PROCESADAS Y DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN SU CONSERVACION

El ensayo de los materiales fotográficos durante y después de su fabricación, así como después del procesado, es realizado por los fabricantes desde hace muchas décadas, principalmente como parte de los procedimientos de control de la calidad, pero también para investigar y comprender las quejas de los consumidores^{168, 169}). Aunque la naturaleza de muchos de esos ensayos sigue siendo un conocimiento patentado del fabricante o es demasiado compleja para realizarlos en los laboratorios de conservación, otros forman parte de las especificaciones normales del ANSI. En esos ensayos, los materiales fotográficos procesados se exponen a condiciones ambientales exageradas a fin de que el usuario pueda observar los cambios en ellos dentro de un tiempo razonable, por lo común 30 días. Las muestras para ensayo tienen forma de tiras sobre las que se imprime la llamada escala de grises. Esta consiste en una serie de zonas (que varían de 11 a 21) de igual densidad que representan las luces, los medios tonos y las sombras de una fotografía. Cuando se realizan estudios de envejecimiento acelerado (llamados a veces estudios de incubación), las muestras se exponen en la oscuridad a una combinación de temperatura y humedad relativa elevadas. Un ejemplo es el ensayo del efecto del envejecimiento acelerado para determinar la calidad del procesado en copias fotográficas en blanco y negro especificado en la norma ANSI PH4.32-1980¹⁵⁷). La muestra ensayada se expone a una temperatura de $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa del $94\% \pm 4\%$ durante 30 días para determinar si el procesado es óptimo. Otro ejemplo es el ensayo cíclico de la adherencia^{96, 99}), durante el cual la muestra se mantiene a $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $96\% \pm 2\%$ de humedad relativa durante 8 horas y luego a la misma temperatura pero al $11\% \pm 2\%$ de humedad relativa durante 16 horas. Este ciclo se repite 12 veces antes de evaluar la muestra. En otra prueba, la muestra fotográfica se expone en un desecador a una atmósfera oxidante o sulfurante ("decoloración por gas")¹⁶⁷). Hubbel, McKinney y West¹²⁰) han descrito las condiciones para la decoloración por la acción de la luz de los materiales fotográficos en color procesados.

Lo mismo que en la conservación de obras de arte, donde los materiales tradicionales se han puesto en duda como resultado de los ensayos realizados para sustituirlos por otros más adecuados, el problema de determinar la clase de marcos, envolturas y armarios de almacenamiento que pueden utilizarse con las fotografías sin correr el riesgo de estropearlas, ha recibido mucha atención en años recientes. Otra norma del ANSI especialmente dedicada a este problema propone un ensayo de actividad fotográfica que sirve para distinguir entre envolturas de buena y de mala calidad¹⁷⁰). La muestra de la envoltura objeto de ensayo, que puede ser de papel o de materia plástica, se coloca en estrecho contacto con una muestra representativa del tipo de fotografía que se va a guardar en dicha envoltura. Si en ella se van a guardar copias a la albúmina, la fotografía utilizada para el ensayo debe ser una copia a la albúmina, o si lo que va a guardarse es un copia obtenida por transferencia de color, la prueba se realizará con una copia de ese tipo, etc. La muestra

combinada de la fotografía y la envoltura de archivo se mantienen a una temperatura de $50^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del $86\% \pm 2\%$ durante 30 días. Al cabo de este tiempo no debe haberse producido adherencia entre los dos materiales, transferencia de fibras del papel a la capa de gelatina de la fotografía, decoloración de la imagen fotográfica, etc. El ensayo permite distinguir entre varios tipos de envolturas de archivo y determinar cuáles son adecuadas.

La mayoría de estos ensayos pueden realizarse con un equipo relativamente sencillo. Las referencias bibliográficas citadas describen los requisitos y la forma de conseguir las condiciones especificadas. La ejecución de estos ensayos permite adquirir experiencia y conocimientos sobre el comportamiento de las fotografías en condiciones agravadas y los efectos que pueden producir, o impedir, su degradación.

9. PRESERVACION Y ALMACENAMIENTO

En el Capítulo 5 se han examinado detenidamente los factores que afectan a la permanencia de los materiales fotográficos procesados. El objetivo de las medidas de preservación consiste en establecer condiciones de almacenamiento que conduzcan a la longevidad de esos registros. Es evidente que tales condiciones deben incluir una temperatura y una humedad relativa controladas y constantes, un ambiente exento de sustancias químicas agresivas y, con fines de exposición al público, unas intensidades luminosas moderadas. La influencia de la luz parece ser mínima en el almacenamiento normal, pues los materiales fotográficos suelen guardarse en cajas o latas (micropelículas, películas cinematográficas) o en fundas, sobres y álbumes (negativos y copias fotográficas fijas). El American National Standards Institute ha publicado cuatro especificaciones sobre el almacenamiento de registros fotográficos procesados, que se resumen en la Tabla 6.

TABLA 6 - NORMAS CORRIENTES DEL ANSI PARA EL ALMACENAMIENTO
DE REGISTROS FOTOGRAFICOS

Objeto	Norma
Película	ANSI PH1.43-1981 "Práctica para el almacenamiento de película fotográfica de seguridad procesada"
Placas	ANSI PH1.45-1981 "Práctica para el almacenamiento de placas fotográficas procesadas"
Papeles	ANSI PH1.48-1974 "Práctica para el almacenamiento de copias fotográficas de papel en blanco y negro"
Envolturas de archivo	ANSI PH1.53-1978 "Requisitos de las envolturas de archivo para almacenar papeles, placas y películas fotográficas procesadas"

La norma ANSI PH1.45-1981 ("Práctica para el almacenamiento de placas fotográficas procesadas") recomienda una temperatura de almacenamiento comprendida entre 15º C y 25º C, pero preferiblemente inferior a 20º C. La humedad relativa puede variar entre el 20% y el 50% pero preferiblemente debe ser inferior al 40% y, como se ha subrayado anteriormente, debe mantenerse constante cualquiera que sea el valor elegido entre esos dos extremos. La norma ANSI PH1.48-1974 ("Práctica para el almacenamiento de copias en papel fotográfico en blanco y negro") estipula valores similares: las temperaturas de almacenamiento aceptables están comprendidas entre 15º C y 25º C, pero no deben pasar nunca de 30º C. Cualquiera que sea el valor elegido, debe evitarse una oscilación diaria superior a 4º C. La humedad relativa debe mantenerse entre el 30% y el 50% y no debe pasar nunca del 60%. La norma ANSI PH1.43-1981 ("Práctica para el almacenamiento de película fotográfica de seguridad procesada") es el más específico de los tres documentos. Aunque no incluye el almacenamiento de películas a base de nitrato de celulosa, formula recomendaciones tanto para el almacenamiento a corto plazo (hasta 10 años) como para el almacenamiento en archivo (hasta 100 años) de micropelículas, películas cinematográficas, negativos fotográficos fijos antiguos y otras imágenes sobre película de seguridad. Estas recomendaciones se resumen en la Tabla 7.

La distinción entre almacenamiento a corto plazo y almacenamiento en archivo es importante, pues muchos materiales fotográficos no necesitan conservarse más allá de un periodo de tiempo limitado y, en consecuencia, pueden guardarse en condiciones menos rigurosas. El requisito de que la humedad relativa no sea superior al 60% se repite por una razón evidente: las bacterias y los mohos se desarrollan mejor en las capas de gelatina si las fotografías se mantienen a una humedad relativa del 65% o mayor. Un valor medio óptimo de las distintas cifras indicadas en la norma PH1.43 es el 35%. Si la humedad relativa puede mantenerse a ese nivel en un local de almacenamiento de materiales fotográficos se tendrá bien controlado el factor más influyente sobre la permanencia de esos registros.

TABLA 7 - PRACTICA PARA EL ALMACENAMIENTO DE PELICULA FOTOGRAFICA
DE SEGURIDAD: RECOMENDACIONES BASICAS DE LA NORMA ANSI PH1.43-1981

A. ALMACENAMIENTO A CORTO PLAZO

Temperatura de almacenamiento

- i) Preferiblemente inferior a 21º C
- ii) A ser posible no superior a 24º C
- iii) Temperatura máxima no superior a 32º C

Humedad relativa

- i) Inferior al 60%
- ii) Para película a base de poliéster: no inferior al 30%

B. ALMACENAMIENTO EN ARCHIVO

Temperatura de almacenamiento

Preferiblemente no superior a 21º C
Una temperatura baja puede aumentar la protección.
Para película en color: preferiblemente 2º C

Humedad relativa

La humedad relativa óptima de almacenamiento varía con el tipo de producto

<u>Capa sensible</u>	<u>Tipo de base</u>	<u>Intervalo recomendado de humedad relativa</u>
Micropelícula:		
Plata-gelatina	Ester de celulosa	15-40%
Plata-gelatina	Poliéster	30-40%
General:		
Plata-gelatina	Ester de celulosa	15-50%
Plata-gelatina	Poliéster	30-50%
Color	Ester de celulosa	15-30%
Color	Poliéster	25-30%
Diazo	Ester de celulosa y poliéster.	15-30%
Vesicular	Poliéster	15-50%

Es notable la falta de especificaciones para las concentraciones máximas admisibles de contaminación del aire, como las producidas por dióxido de azufre, peróxidos, sulfuro de hidrógeno, etc. No existen instrumentos sencillos y poco costosos para determinar la concentración de cada uno de los contaminantes presentes en el medio ambiente. Además, tampoco se han publicado datos que indiquen los umbrales de cada uno de esos gases oxidantes, por encima de los cuales puede producirse el ataque químico de una fotografía.

Los factores más importantes que determinan la longevidad de las fotografías deben estar controlados por las instalaciones del edificio en el que se almacenan las colecciones: debe haber aire acondicionado con regulación independiente de la temperatura y la humedad relativa, y el aire entrante debe ser lavado para eliminar los componentes solubles y estar exento de partículas sólidas y polvo. En el caso ideal debería haber cámaras de almacenamiento en frío con regulación completa de la humedad relativa. Las zonas de almacenamiento, que no deben nunca estar situadas en un sótano (peligro de inundación) deben estar equipadas con termohigrógrafos, instrumentos que miden y registran continuamente la temperatura y la humedad relativa ambientales. El edificio de almacenamiento debe estar provisto de sistemas de alarma y extinción de incendios, así como de dispositivos de aviso de inundación. Estos requisitos tienen primordial importancia.

El segundo requisito importante es la elección de la envoltura de archivo. La Tabla 6 indica la especificación pertinente publicada por el ANSI. En ella se distingue entre carpetas, fundas y sobres y se formulan instrucciones sobre su geometría y la posición de las juntas con adhesivos. Las envolturas de papel deben tener un gran contenido (superior al 87%) de alfa-celulosa y estar exentas de partículas metálicas, agentes de apresto perjudiciales, ácidos, peróxidos y fibras muy lignificadas. El polietileno sin recubrir, el triacetato de celulosa y el poliéster sin recubrir son materias plásticas adecuadas para envolturas. El nitrato de celulosa se desaconseja específicamente, lo mismo que las hojas cloradas. La norma no sólo formula recomendaciones específicas sino que indica el método de ensayo que debe utilizarse para comprobar la mayoría de los requisitos.

En el comercio existen fundas plásticas a base de triacetato de celulosa o poliéster sin recubrir, que son dos materiales recomendados por sus propiedades y bien conocidos por su empleo como bases de películas. Sin embargo, es difícil escribir en ellos. Si los recursos lo permiten, lo ideal sería introducir los negativos y las copias valiosas en una funda de triacetato de celulosa o poliéster y meter aquélla en un sobre de papel adecuado, que puede contener también toda la información escrita necesaria. No se han publicado muchos datos sobre las propiedades de las envolturas de archivo. Una excepción notable es el artículo de Henn y Olivares sobre el almacenamiento de negativos en climas tropicales¹⁶¹). En él se exponen los resultados de los experimentos destinados a proteger los negativos contra el crecimiento de los hongos impregnando las envolturas de papel con un fungicida adecuado, y se formulan recomendaciones específicas para los sobres de almacenamiento. Se encontraron muy satisfactorios los sobres de hoja de metal laminado, existentes actualmente en el comercio en forma termoprecintable.

Mientras que la adecuación del triacetato de celulosa y del poliéster no recubierto para almacenar fotografías parece fuera de dudas, no pasa lo mismo con los criterios para el papel destinado al mismo fin. Por ejemplo, la especificación ANSI PH1.53-1978¹⁷⁰) recomienda que el pH del papel esté comprendido entre 7,0 y 9,5, mientras que la Compañía Eastman Kodak sugiere que se mantenga entre 6,5 y 7,5¹⁷²). Aunque la norma ANSI PH1.53-1978 previene contra el uso de papel cristal, Henn y Olivares han encontrado que es de buena calidad. Es de esperar que en el futuro se conozcan los resultados de más ensayos y observaciones.

ENCAPSULACION CON MYLAR

A. CON CINTA ADHESIVA POR AMBOS LADOS

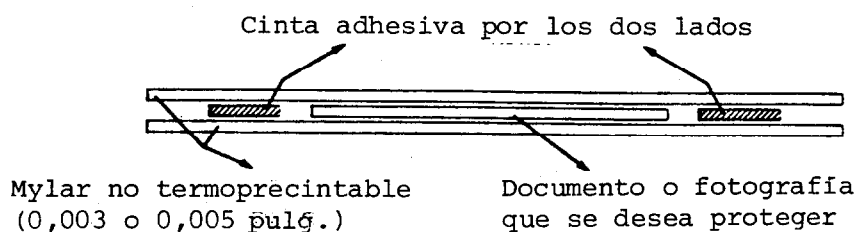


Figura 15. Encapsulación con mylar utilizando cinta adhesiva por ambos lados

Para proteger contra los daños mecánicos las copias fotográficas que se utilizan frecuentemente puede utilizarse una técnica llamada encapsulación. Como puede verse en la Figura 15, la fotografía que se desea proteger se coloca entre dos hojas de mylar (poliéster) que se cortan por lo menos 25 mm más anchas por cada lado que la fotografía. Las dos hojas de mylar se pegan luego con cuatro tiras de cinta adhesiva por ambos lados, una a lo largo de cada borde, dejando unos 12 mm de separación entre el borde de la fotografía y la cinta. También se puede utilizar mylar termoprecintable como se indica en la Figura 16.

ENCAPSULACION CON MYLAR

B. CON MYLAR TERMOPRECINTABLE

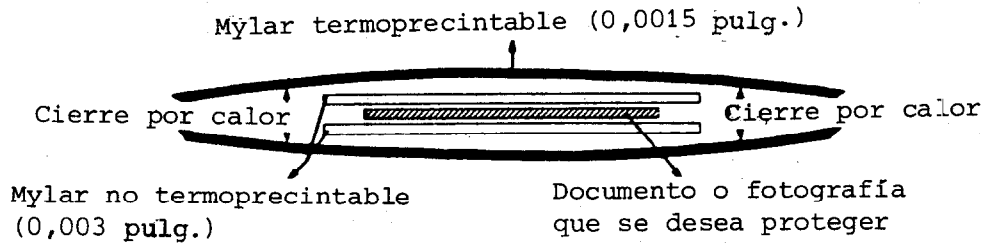


Figura 16. Encapsulación con mylar termoprecintable

Para prevenir que el mylar termoprecintable, representado con línea gruesa en la Figura 16, se adhiera a la fotografía original que se desea proteger, ésta debe colocarse previamente entre dos hojas de mylar no precintable por el calor. Este conjunto se sujeta luego con las dos hojas exteriores de poliéster termoprecintable que se pasa por dos rodillos calientes. La protección mecánica de los documentos que se consiguen de esta manera es excelente. El procedimiento es completamente reversible pues ningún material queda adherido permanentemente al documento original. Por último, también es una buena práctica redactar instrucciones detalladas para los usuarios sobre la manera correcta de manejar fotografías.

En los archivos y bibliotecas importantes se preparan con frecuencia planes de emergencia para proteger sus fondos respectivos en caso de desastres naturales. Tales planes deben incluir disposiciones para las colecciones fotográficas. Hendriks y Lesser¹¹⁰⁾ han encontrado recientemente que la mayoría de los materiales fotográficos, incluidas las fotografías en plata-gelatina, pueden congelarse después de haberse mojado con agua. Sin embargo, lo mejor es secar al aire las fotografías mojadas sin congelación previa. La congelación retrasa temporalmente el proceso de degradación y da tiempo para preparar la etapa siguiente de la operación de salvamento. Si la situación lo permite, las fotografías congeladas deben dejarse deshelar y secarse al aire. También es posible la liofilización en una cámara de vacío, pero el proceso de congelación-descongelación y desecación en vacío a 42° C, como se hace con los libros, no es recomendable debido a la compactación o adherencia de las capas de gelatina. Los negativos en placa de vidrio obtenidos por el procedimiento del colodión húmedo son los materiales más susceptibles a la alteración por el agua. Una vez sumergidos en agua no deben desecarse nunca por congelación.

La Compañía Eastman Kodak¹⁷²⁾, Eaton¹⁵⁰⁾ y recientemente Hendriks¹⁵³⁾ han publicado reseñas generales sobre los requisitos, la preservación y almacenamiento de materiales fotográficos. Gillet, Garnier y Flieder¹⁷⁴⁾ han estudiado la influencia de los factores ambientales, como la temperatura, la humedad relativa y la luz, sobre la preservación de materiales fotográficos contemporáneos.

10. RESTAURACION DE MATERIALES FOTOGRAFICOS

Además de la preservación de las fotografías, es decir, la aplicación de medidas para impedir daños o deterioros, hay tres sectores de actividad destinados a conservar las fotografías:

1. duplicación y copia
2. aplicación a las fotografías de las técnicas ordinarias de conservación de impresos y dibujos

3. restauración con soluciones químicas de las fotografías decoloradas o debilitadas

Ya se ha subrayado la importancia de aplicar técnicas de copiar eficaces. Se trata de una disciplina que requiere estar familiarizado con la tecnología fotográfica, tal como la sensitometría y el control del procesado. En realidad forma parte integrante de la conservación de las fotografías. Los métodos de restauración, es decir, el trabajo sobre la fotografía original para reparar daños y aumentar la permanencia, todavía no están bien desarrollados y sólo acaban de surgir. El primer paso lógico ha sido aplicar las técnicas tradicionales de conservación de documentos y obras artísticas sobre papel a las copias fotográficas. Aunque esas técnicas no pueden describirse detalladamente en el presente estudio por estar en gran parte basadas en habilidades manuales y criterios adquiridos por experiencia, indicaremos que comprenden técnicas tales como la limpieza en seco, el lavado, la separación de los cartones viejos y quebradizos que contienen fibras lignificadas, el alisamiento de fotografías abarquilladas, la reparación de desgarros y pérdidas transportando la copia a un nuevo soporte, el enmarcado y el montaje de las fotografías para su conservación a largo plazo y su presentación al público. Antes de cualquiera de estas actividades debe procederse a un examen cuidadoso del objeto que se quiere conservar, a la evaluación del estado en que se encuentra y a la redacción de un informe sobre el tratamiento propuesto. De este modo se puede hacer con las fotografías una labor muy útil y beneficiosa.

Un procedimiento intrínsecamente adecuado para su aplicación a los negativos fotográficos es el llamado transferencia de la emulsión. Mencionado ya en 1851 por F.S. Archer, es una técnica ampliamente utilizada con varios fines fotográficos. Con la finalidad específica de separar de su soporte la capa portadora de la imagen se han preparado algunos materiales sensibilizados que se llaman "placas y películas para despegar"^{175, 176}). La técnica de despegue de la emulsión puede aplicarse para restaurar negativos cuya película de soporte se ha encogido o deteriorado debido, por ejemplo, a una pérdida de plastificante^{177, 178 y 179}). Hay dos maneras principales para conseguirlo: en ciertos casos, el soporte de la película puede disolverse quedando suelta la capa de la emulsión, y en otros casos se destruye la adherencia entre el soporte y la emulsión de modo que la capa que contiene la imagen puede despegarse y ponerse sobre un nuevo soporte estable. La posibilidad de restaurar fotografías descoloridas y manchadas por medio de soluciones químicas abre perspectivas más estimulantes. Estas técnicas, cuando se aplican a negativos en blanco y negro, se denominan "reducción" e "intensificación" (refiriéndose estos términos a la densidad de la imagen), pero tradicionalmente se llaman "blanqueo y nuevo revelado" cuando se aplican a las copias fotográficas. La Figura 17 representa esquemáticamente los diversos cambios que puede sufrir la plata de la imagen en las fotografías.

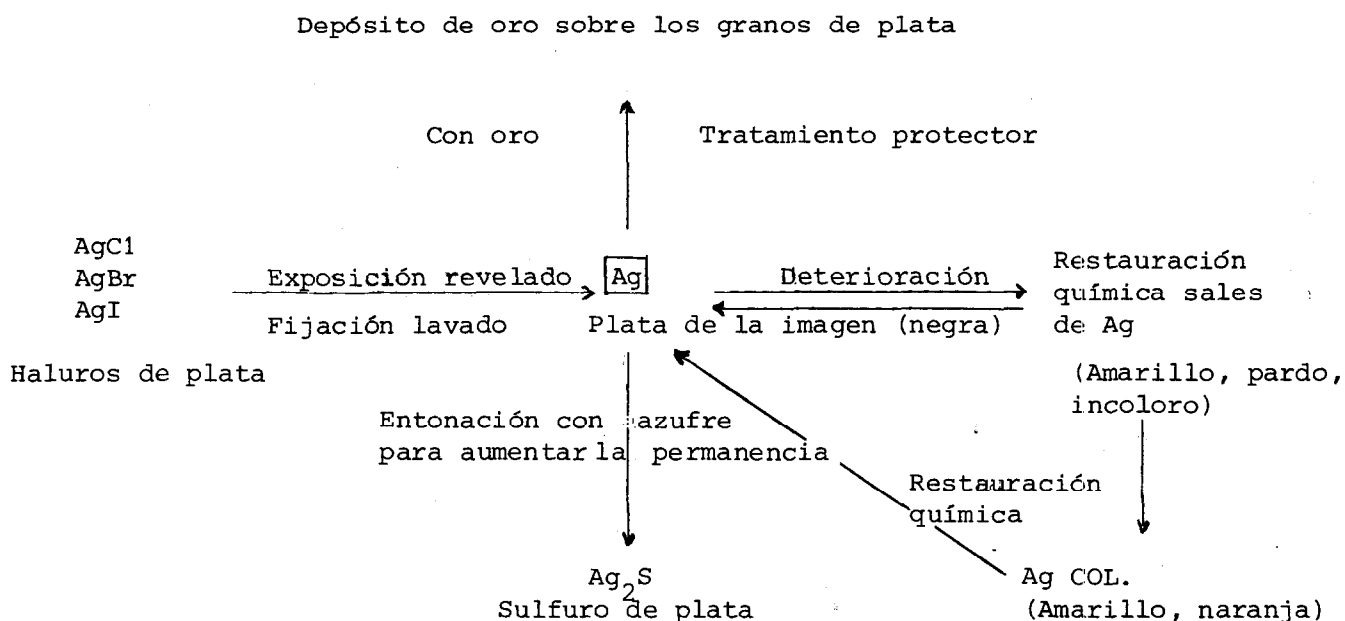


Figura 17. Representación esquemática de los cambios en la plata de la imagen

La plata negra de la imagen, producida por exposición a la luz y procesamiento ulterior del haluro de plata, puede sufrir numerosos cambios. En una reacción deliberada y controlada puede convertirse completamente en sulfuro de plata, o recubrirse con una capa de oro con la posible formación de una aleación. Ambas son reacciones de entonación que alteran el tono de la imagen y por lo común aumentan la estabilidad de ésta. El primer paso en toda reacción de deterioración es la oxidación de algo de plata de la imagen a iones de plata, seguida de la formación de sales de plata. La reconversión de estas sales de plata en plata elemental es lo que constituye, si tiene éxito, la restauración química. Sin embargo, los iones de plata también pueden emigrar a la capa de gelatina y reducirse en su superficie o cerca de ella a plata coloidal, representada por Ag COL. en la Figura 17.

Los ensayos para convertir las sales de plata o la plata coloidal de las fotografías en plata elemental negra no carecen de riesgos que requieren ciertas precauciones para evitarlos. En la mayoría de esas reacciones, toda la plata y sus compuestos son transformados de un modo uniforme y completo en un haluro de plata que luego es reducido a plata elemental. El primer requisito es que la capa de gelatina sea lo bastante estable para resistir el tratamiento con varias soluciones químicas de distinto pH. Con respecto a la reducción a plata elemental, es evidente que la imagen resultante debe tener la misma amplitud de densidad, contraste, granulación y tono que la fotografía original no deteriorada. Cualquiera de las propiedades antedichas puede cambiar durante una reacción de restauración. Por último, en la elección del tratamiento restaurador debe tenerse en cuenta la estabilidad de la imagen restaurada. Por ejemplo, se han descrito algunos procedimientos eficaces para intensificar una imagen negativa, pero la permanencia de la imagen así intensificada era inferior a la del original.

No escasean las fórmulas para los procedimientos de restauración química. Faltan, sin embargo, conocimientos sobre la fórmula eficaz para cada tipo de material y cada tipo de deterioración. Wall¹⁸⁰⁾ ha compilado varios centenares de procedimientos para la reducción e intensificación de negativos, pero sólo en pocos casos se indica a qué

tipo de negativo puede aplicarse un procedimiento dado. Stenger¹⁸¹⁾, en lo que podría describirse como el primer libro de texto sobre el mantenimiento y la restauración de fotografías, hace hincapié en la aplicación de técnicas de copia correctas y de procedimientos de restauración química, pero sin presentar datos sobre su ejecución. Otro texto clásico es el de Crabtree¹⁸²⁾, que trata de la eliminación de manchas en los negativos y las copias. Entre los procedimientos publicados más recientemente, hay dos que destacan como eficaces para eliminar el brillo azul metálico de la superficie de las fotografías de plata-gelatina: Crabtree¹⁸³⁾ ha usado un reductor del tiosulfato amónico mientras que Weyde¹¹¹⁾ ha propuesto el empleo de una solución diluida de yodo en alcohol deshidratado. El yodo sólo puede reaccionar con la plata superficial formando yoduro de plata, porque el alcohol no penetra en la gelatina. El tratamiento ulterior en un baño fijador elimina el yoduro de plata en este elegante método. La publicación F-30 de Eastman Kodak¹⁷²⁾ propone también algunas fórmulas para los tratamientos de restauración con soluciones químicas. Ninguno de los tratamientos antedichos debe intentarse con fotografías valiosas sin que el conservador haya realizado numerosas pruebas y ensayos de esas fórmulas sobre diferentes materiales fotográficos. Es necesario hacer mucha más labor de experimentación antes de poder recomendar procedimientos firmemente establecidos.

11. INSTRUCCIONES RESUMIDAS

11.1 Consideraciones generales

El presente estudio ha hecho hincapié en la estructura de los materiales fotográficos y en sus propiedades desde el punto de vista de la estabilidad a fin de que puedan comprenderse mejor las recomendaciones subsiguientes para su preservación y almacenamiento. Después del registro de entrada y la catalogación, los factores predominantes que determinan la longevidad de los materiales fotográficos son el control de la humedad relativa, la contaminación del aire, la temperatura y la exposición a la luz. La elección de una envoltura de archivo adecuada tiene una importancia decisiva para la preservación de los negativos y las copias, pues está en contacto directo con ellos. Las fotografías originales cuando se utilicen, deben manejarse con cuidado pues los descuidos pueden causar daños irreversibles. Nunca debe utilizarse tinta para escribir al dorso de las copias fotográficas. Si hay una gran demanda por los usuarios de fotografías únicas y valiosas, deben hacerse negativos duplicados o copiados para su uso, retirando los originales para su almacenamiento inactivo. Varias técnicas de conservación establecidas para las obras de arte sobre papel pueden aplicarse satisfactoriamente a las fotografías. La restauración de negativos y copias en blanco y negro descoloridos o pálidos tiene todavía carácter experimental, pero su futuro desarrollo culminará sin duda en procedimientos firmes. Se considera que la destrucción de los colorantes orgánicos de las fotografías en color por oxidación o hidrólisis es irreversible y tales imágenes sólo pueden salvarse guardándolas en un sitio frío y haciendo duplicados.

La conservación de fotografías es todavía un sector joven que no tiene el cuerpo de conocimientos disponibles en sectores más antiguos y establecidos, como la conservación de obras de arte. Aunque el ensayo de materiales y el trabajo experimental ha aumentado nuestro conocimiento sobre la estabilidad de los materiales fotográficos durante la última década, siguen sin resolver muchos problemas que terminarán por conocerse. El progreso en este sector está marcado por una serie de acontecimientos y adelantos recientes, tales como: la intervención del American National Standards Institute (ANSI), así como de la Organización Internacional de Normalización (ISO), en la formulación de especificaciones para el almacenamiento de registros fotográficos procesados; la investigación de la presencia de manchas redox en las micropelículas procesadas; la aparición del almacenamiento en frío como solución inmediata a la inestabilidad en la oscuridad de los materiales en color cromogénicos; las detenidas investigaciones sobre la estabilidad de los papeles recubiertos de resina; los

estudios sobre el mecanismo de deterioración de la plata de la imagen; el desarrollo de procedimientos de emergencia para el salvamento de fotografías después de un desastre material; y la celebración de seminarios, reuniones de trabajo y conferencias sobre el tema, tales como el Simposio internacional sobre la estabilidad y preservación de imágenes fotográficas, que se celebró en el otoño de 1982 en Ottawa (Canadá), patrocinado por la Sociedad de Científicos e Ingenieros Fotográficos (SPSE). La mayoría de los problemas que plantea la preservación de colecciones fotográficas están dominados y la búsqueda de soluciones para los restantes promete ser estimulante y remuneradora.

11.2 Recomendaciones específicas

11.2.1 Identificación

Sólo un examen científico complejo puede sustituir a una amplia experiencia en el reconocimiento visual de los distintos tipos de fotografías. Entre las técnicas experimentales sencillas y poco costosas cabe citar el ensayo de la superficie en las partes de la fotografía exteriores a la imagen con alcohol y agua, así como la observación de la superficie de las fotografías con un microscopio óptico. Mientras que la gelatina se hincha con una gota de agua, el colodión y la albúmina no reaccionan. El alcohol disuelve al colodión, pero no afecta a la gelatina. Las capas de albúmina no reaccionan con el agua ni con el alcohol.

11.2.2 Condiciones de almacenamiento: humedad relativa

La humedad relativa es el factor individual más importante que afecta a la permanencia de los registros fotográficos. Nunca debe ser superior al 60% en las zonas de almacenamiento. La humedad relativa óptima para el almacenamiento varía con el tipo de producto. Un nivel del 35 al 40% se recomienda como el valor que mejor se adapta a los diferentes tipos de materiales fotográficos. Este nivel debe mantenerse constante, es decir, deben evitarse las oscilaciones diarias o semanales.

11.2.3 Condiciones de almacenamiento: temperatura

Los registros fotográficos deben almacenarse a una temperatura preferiblemente no superior a 21º C. Deben evitarse las oscilaciones diarias o semanales superiores a 4º C.

11.2.4 Condiciones de almacenamiento: empleo de bajas temperaturas

Una baja temperatura aumentará la protección. Para la película en color se recomienda una temperatura de almacenamiento de 2º C. Sin embargo, los materiales fotográficos procesados pueden mantenerse a temperaturas muy inferiores al punto de congelación del agua (0º C), siempre que la humedad relativa se mantenga a los niveles recomendados.

11.2.5 Condiciones de almacenamiento: pureza del aire

Los materiales químicamente reactivos constituyen la mayor amenaza para la estabilidad de las colecciones fotográficas en blanco y negro, especialmente en presencia de humedad. La fuente de esas sustancias químicas puede ser la atmósfera circundante, la propia fotografía, los productos residuales del procesado y las materias en contacto con las fotografías. Estas deben almacenarse en una zona exenta de contaminación, es decir, en ausencia de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, peróxidos y otros agentes oxidantes.

11.2.6 Condiciones de almacenamiento: polvo

Todas las clases de fotografías deben almacenarse en zonas exentas de polvo, ya que la arena fina y el polvo pueden incrustarse en las capas de gelatina y causar daños por abrasión.

11.2.7 Condiciones de almacenamiento: intensidad de la luz

Las fotografías en blanco y negro contemporáneas bien procesadas son intrínsecamente estables a la luz. En cambio, los materiales fotográficos en color son bastante sensibles a la exposición prolongada a la luz en presencia de oxígeno y humedad. Sin embargo, esto no plantea un problema en el almacenamiento pues las fotografías suelen guardarse en carpetas, cajas o álbumes y están así protegidas contra la exposición a la luz.

11.2.8 Condiciones de almacenamiento: envolturas de archivo

Las envolturas de archivo elegidas, fundas, carpetas o sobres, pueden ser de papel o de materia plástica. Las envolturas de papel son más difíciles de evaluar; deben tener un gran contenido de alfa-celulosa (preferiblemente superior al 90%), no contener adhesivos o aprestos móviles y poseer un pH de extracción comprendido entre 6,5 y 7,5. Las envolturas plásticas deben ser de polietileno sin recubrir, acetato de celulosa sin recubrir o poliéster. Para el almacenamiento en frío puede utilizarse un sobre termoprecintable que consiste en una lámina de polietileno, hoja de aluminio y papel. Como no se puede escribir fácilmente sobre la mayoría de los materiales plásticos, lo mejor es meter primero los negativos y las copias fotográficas en una funda de plástico, que luego se introduce en un sobre de papel. La fotografía puede mirarse dentro de su transparente, mientras que toda la información necesaria puede escribirse en el sobre.

11.2.9 Condiciones de almacenamiento: materiales intrínsecamente inestables

La base de nitrato de celulosa de las películas es el ejemplo más destacado de un material que puede ser la fuente misma de sustancias químicas contaminantes. Como estos materiales también crean un riesgo de incendio, deben almacenarse por separado de los otros registros fotográficos. Aparte de utilizar la técnica lenta y laboriosa de transferencia de la emulsión, lo mejor es duplicar las películas de nitrato de celulosa en un material de seguridad. Estas películas pueden guardarse en las envolturas cerradas antes descritas y almacenarse en frío para ofrecer una protección temporal.

11.2.10 Condiciones de almacenamiento: Cajas y estanterías

Las envolturas de archivo con las fotografías dentro suelen guardarse en cajas sobre estanterías. Las cajas deben ser de cartón estable cuyas propiedades sean similares a las descritas para los sobres de papel. En Norteamérica se dispone de cajas estables de acero inoxidable recubierto con una capa de poliéster aplicada electrostáticamente.

11.2.11 Procesado de fotografías contemporáneas

Desde el punto de vista de la permanencia de la imagen final, los mejores resultados se obtienen siguiendo meticulosamente las recomendaciones de los respectivos fabricantes. No debe dejarse que ciertas sustancias químicas residuales queden en la película o la fotografía. Los materiales recientes pueden necesitar una entonación como tratamiento posterior al procesado para conseguir su permanencia.

11.2.12 Manejo de fotografías

Para manejar fotografías valiosas deben usarse guantes blancos de algodón sin lino para no dejar huellas dactilares. Estas huellas, si no se quitan inmediatamente, pueden producir un daño irreversible en las fotografías recubiertas de gelatina.

11.2.13 Medidas de limpieza

Al trabajar con fotografías no deben tolerarse alimentos ni bebidas - en su proximidad. A fin de mantener un ambiente limpio y exento de polvo no se permitirá fumar en las zonas donde se manejan materiales fotográficos.

11.2.14 Marcado de las copias fotográficas

La información sobre una copia fotográfica no debe escribirse nunca en ella con tinta, ni en el anverso ni en el reverso. En caso de inundación, la tinta puede pasar a la cara de la imagen de la siguiente fotografía cuando están apiladas, al mismo tiempo que se vuelve ilegible en el proceso. Si hay que escribir imprescindiblemente alguna información sobre una copia, puede usarse un lápiz blando. Sin embargo, si se hace demasiada presión, el escrito puede quedar visible en relieve por el lado de la imagen.

11.2.15 Presentación al público

Los dos problemas más importantes en la presentación al público de copias fotográficas son la elección del cartón de montaje y las intensidades de luz adecuadas. El primero debe tener un gran contenido de alfa-celulosa y estar exento de lignina y de sustancias químicas volátiles. Smith¹⁸⁴⁾ ha descrito especificaciones para los materiales de enmarcar y colgar obras de arte sobre papel, así como las técnicas para estas actividades. Las intensidades de luz para las fotografías en color expuestas al público deben mantenerse alrededor de 100 lux. Sin embargo, no es de esperar que los tiempos normales de exhibición, comprendidos entre pocas semanas y tal vez varios meses, causen excesivo daño a la mayoría de los tipos de fotografías en color. Este daño suele ocurrir cuando las copias reveladas por el proceso cromogénico se exponen a la luz durante muchos años, como ocurre con frecuencia en situaciones típicas en los hogares y las oficinas.

11.2.16 Procedimientos de emergencia

Si los materiales fotográficos se mojan con agua a consecuencia de un desastre natural, pueden congelarse a fin de frenar radicalmente el proceso de deterioración. Los materiales pueden luego desecarse por congelación, descongelarse y secarse en el vacío o descongelarse y secarse con aire. Los negativos en placa de vidrio realizados por el proceso del colodión húmedo no deben congelarse y en ningún caso liofilizarse.

11.2.17 Fumigación

Los experimentos recientes han demostrado¹⁸⁵⁾ que la mayoría de los materiales fotográficos pueden exponerse a los fumigantes corrientes sin sufrir cambios en la densidad de la imagen o la estabilidad de la gelatina. Tales fumigantes incluyen el óxido de etileno, el metilbromuro, el timol y p-diclorobenceno.

11.2.18 Impresión, duplicación y copia

Las fotografías se coleccionan y preservan para utilizarlas con muchas finalidades. Los negativos se imprimen para obtener copias positivas opacas. Los negativos de interés histórico sometidos a una gran demanda pueden sufrir con el uso y el manejo continuados y pueden duplicarse para obtener negativos duplicados fieles para uso ulterior. Las copias fotográficas únicas pueden reproducirse con una cámara para obtener un negativo copiado con el que pueden producirse copias positivas correctas. Para realizar bien estas operaciones es necesario conocer la tecnología fotográfica y la sensitometría.

11.2.19 Restauración

Muchos tipos de deterioración pueden corregirse aplicando técnicas de restauración. Sin embargo, conviene recordar que esta tarea sólo deben realizarla conservadores expertos. En todo trabajo experimental cuyo resultado sea desconocido sólo deben utilizarse materiales fotográficos sustituibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Pobboravsky, Irving. Study of Iodized Daguerreotype Plates. Rochester, NY, Rochester Institute of Technology, 1971. 60 p.
2. Gill, Arthur T. The Daguerreotype. London, Royal Photographic Society Historical Group Report, 1974. 8p.
3. Pobboravsky, Irving. Daguerreotype Preservation: The Problems of Tarnish Removal. Technology and Conservation (Boston, MA), vol. 3, no. 2, Summer 1978, p. 40-45.
4. Swan, Alice; Fiori, C.E.; Heinrich, F. J. Daguerreotypes: A Study of the Plates and the Process. Scanning Electron Microscopy (Chicago, IL), 1979, p. 411-442.
5. Barger, Susan; Messier, R.; White, William B. A Physical Model for the Daguerreotype. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 26, no. 6, November-December 1982, p. 285-291.
6. Fox Talbot, William Henry. Some Account of the Art of Photographic Drawing, or the process by which natural objects may be made to delineate themselves without the aid of the artist's pencil. London and Edinburgh Philosophical Magazine (London), vol. XIV, May 1839.

7. Coe, Brian. Making Calotype Paper and Prints. Photographic Journal (London), November-December 1977, p. 281-283.
8. Smith, Lyndon. The Waxed Paper Process. Journal of the Photographic Society (London), vol. 32, July 21 1855, p. 200.
9. Hardwich, T. Frederick. Manufacture of Collodion. Journal of the Photographic Society (London), vol. 3, March 21 1857, p. 232-237.
10. Disderi. Collodion-Verfahren [Wet Collodion Procedures]. Photographisches Archiv (Berlin), vol. 3, no. 30, June 1862, p. 113-117.
11. Eder, Josef Maria. Ausfuhrliches Handbuch der Photographie [Comprehensive Handbook of Photography]. Halle (Saale), Verlag von Wilhelm Knapp, 1927. 354 p.
12. Jahr, R. Die Fabrikation der Photographischen Trockenplatten [The Manufacture of Photographic Dry Plates]. In: Hay, Alfred (ed.). Handbuch der wissenschaftlichen und angewandten Photographie, vol. 4, p. 214-247. Wien, Verlag von Julius Springer, 1930.
13. Heyne, W. Die Filmfabrikation [The Manufacture of Photographic Films]. In: Hay, Alfred (ed.). Handbuch der wissenschaftlichen und angewandten Photographie, vol. 4, p. 248-279. Wien, Verlag von Julius Springer, 1930.

14. Formstecher, Felix. Worin besteht der charakteristische Vorteil des Auskopierprozesses vor dem Entwicklungsprozess? [The Characteristic Advantage of the Printing-Out Process over the Development Process]. Camera (Luzern), vol. 2, no. 12, June 1924, p. 243-244.
15. Formstecher, Felix. Graphische Darstellung der Negativwiedergabe im Auskopierprozess [Graphic Representation of the Printing of Negatives in the Printing-Out Process]. Photographische Korrespondenz (Wien), vol. 730, 1921, p. 151-158.
16. Aleo, M. The Preparation of Positive Paper. The American Journal of Photography (New York), New Series vol. 3, 1860-61, p. 83-86.
17. Kellner, Emil. Zur Kenntniss der Fabrikation des Albumin-Papieres [Notes on the Manufacture of Albumen Paper]. Photographische Korrespondenz (Wien), vol. 2, no. 16 + no. 17, October + November 1865, p. 257-259 + 287-291.
18. Schnauss, J. Ueber das Silberalbuminat-Verfahren [On The Silver Albuminate Process]. Photographisches Archiv (Berlin), vol. 7, no. 101, March 1 1866, p. 85-87.
19. Davanne, Louis Alphonse; Girard, Jules. Recherches théoriques et pratiques sur la formation des épreuves photographiques positives [Theoretical and Practical Research on the Formation of Positive Photographic Prints]. Paris, Gauthier-Villars, 1864. 152 p.

20. Just, E.A. Rathgeber fuer den Positivprozess auf Albuminpapier [Manual for the Positive Printing Process on Albumen Paper]. 3rd ed. Wien, Mechitharisten-Buchdruckerei, 1897. 168 p., appendix.
21. Reilly, J.M. The Manufacture and Use of Albumen Paper. Journal of Photographic Science (London), vol. 26, no. 4, 1978, p. 156-161.
22. Schnauss, J. Papier Leptographique [Leptographic Paper]. Photographisches Archiv (Berlin), vol. 8, no. 122, January 1867, p. 21-22.
23. Schloemann, Ed. Aufbau der Photographischen Entwicklungs-Papiere [The Structure of Photographic Developing-Out Papers]. Photographische Industrie (Berlin), vol. 30, 1932, p. 699-701.
24. Sachse, J.F. The Invention and Development of Photographic Papers. The American Journal of Photograpny (Philadelphia, PA), vol. XV, 1894, p. 120-124.
25. Zimmerman, Walter. Photographic Printing Papers, their Uses and Limitations. American Photography (Boston, MA), vol. III, January-December 1909, p. 90-98.
26. Cobenzl, A. Photographische Emulsions-Papiere [Photographic Emulsion Papers]. Chemiker-Zeitung (Heidelberg), vol. 46, no. 23, 1922, p. 171-174.

27. Trumm, A. Die Herstellung Photographischer Papiere [The Manufacture of Photographic Papers]. In: Hay, Alfred (ed.). Handbuch der wissenschaftlichen und angewandten Photographie, vol. 4, p. 280-328. Wien, Verlag Von Julius Springer, 1930.

28. Falta, Wolfgang. Photographische Papiere und ihre Bewertung [Photographic Papers and their evaluation]. Ergebnisse der angewandten physikalischen Chemie (Leipzig), vol. V, p. 226-289.

29. Glafkidès, Pierre. Chimie et Physique photographiques [The Chemistry and Physics of Photography]. 4th ed. Paris, Publications Photo-Cinéma Paul Montel, 1976. 1033 p.

30. Kieser, K. Die einfachste Gaslichtemulsion [The Simplest Gaslight Emulsion]. Photographische Industrie (Berlin), vol. 23, 1925, p. 186-187.

31. Valenta, E. Die Hervorrufung von schwach copirten Bildern auf Celloidinpapier, Ooernetter-papier, Aristopapier, Mignonpapier, und aennlichen Copirpapieren [The Development of Weakly Exposed Pictures on Celloidin Paper, Ooernett Paper, Aristopaper, Mignon Paper, and similar Printing Papers]. Photographische Korrespondenz (Leipzig), vol. 29, no. 378, 1892, p. 125-131.

32. Eder, Josef Maria. Silbercopir-Verfahren mit Hervorrufung [Copying Procedure with Silver Halides, Involving the Development of Printing-Out Papers]. Jahrbuch fuer Photographie und Reproduktionstechnik (Halle a.d. Saale), vol. 9, 1895, p. 479-480.
33. Stenger, Erich. Ankopieren und Entwickeln von Auskopierpapieren [Exposing and Developing of Printing-Out Papers]. Camera (Luzern), vol. 3, no. 9, March 1925, p. 271-273.
34. Jarman, A.J. A Home-made Paper for Enlargements. American Photography (Boston, MA), vol. 3, 1909, p. 736-740.
35. Wall, E.J. Solar Printing. American Photography (Boston, MA), vol. 27, no. 3, March 1923, p. 156-166.
36. Land, Edwin H. A New One-Step Photographic Process. Journal of the Optical Society of America (Rochester, NY), vol. 37, no. 2, February 1947, p. 61-77.
37. Land, Edwin H. One-Step Photography. Photographic Journal (London), Section A, vol. 90, January 1950, p. 7-15.
38. Russell, H.D. Stabilization Processing of Films and Papers. Photographic Society of America Journal (Albany, NY), Section B, vol. 163, 1950, p. 59-62.

39. Levinos, Steven; Burner, Willard C. Stabilization Processing. Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 2, 1951, p. 148-160.
40. Morgan, David A. 3M's Dry Silver Technology. 33rd Annual Conference of the Society of Photography Scientists and Engineers (Minneapolis, MN), May 1980.
41. Shepard, J.W. Early Dry Silver Technology at 3M. Journal of Applied Photographic Engineering, (Washington, DC), vol. 8, no. 5, October 1982, p. 210-212.
42. Mees, G.E. Kenneth. Eastman Kodak Company Announces Kodachrome Process. International Photographer (Hollywood, CA), May 1935, p. 16-17 + 20.
43. Mannes, L.D.; Godowsky, L. Kodachrome Process for Amateur Cinematography in Natural Colours. Journal of the Society for Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 25, July 1935, p. 65-68.
44. Schneider, Wilhelm; Wilmanns, Gustav. Agfacolor-Neu [Agfacolor-New]. Veroeffentlichungen Agfa (Wolfen), vol. 5, 1937, p. 29-36.
45. Hatschek, Paul. Der Neue Deutsche Agfa-Farbfilm [The New German Agfa Colour Film]. Kinotechnik (Berlin), vol. 18, no. 21, November 5 1936, p. 345-346.

46. Schneider, W. Die Agfacolor-Negativ-Positiv-Verfahren [The Agfacolor Negative-Positive Process]. Kinotechnik (Berlin), vol. 23, 1941, p. 122-126.
47. Schneider, W.; Froehlich, A.; Schulze, H. Die diffusionsechten Farbbildner des Agfacolorfilms [The Non-Diffusing Dye Couplers in Agfacolor Films]. Die Chemie (Weinheim), vol. 57, no. 17-18 et 19-20, 1944, p. 113-116.
48. Hanson, W.T.; Vittum, P.W. Coloured Dye-Forming Couplers in Subtractive Colour Photography. Photographic Society of America Journal (Albany, NY), vol. 13, January 1947, p. 94-96.
49. Colton, Howard. Kodacolor - Onward and Upward But Better??? Modern Photography (New York, NY), February 1976, p. 82-83 + 122 + 124.
50. Anon. Dye Transfer Process. American Photographer (Boston, MA), vol. 44, no. 9, September 1950, p. 13.
51. Eastman Kodak Company. Kodak Dye Transfer Process. Rochester, NY, Eastman Kodak Company, 1976. 23 p. (Kodak Pamphlet No.E-80)
52. Coote, Jack H. Dye Bleach Processes. In: Cox, R.J. (ed.). Photographic Processing, p. 151-158. London and New York, Academic Press, 1973.

53. Meyer, A. Practical Aspects of Silver Dye Bleach Processing. In: Cox, R.J. (ed.). Photographic Processing, p. 159-172. London and New York, Academic Press, 1973.

54. Meyer, A. Some Features of the Silver Dye Bleach Process. The Journal of Photographic Science (London), vol. 13, 1965, p. 90-97.

55. Meyer, A. Das Silberfarbbleichverfahren in der Farophotographie [The Silver Dye Bleach Process in Color Photography]. Chimia (Zurich), vol. 30, no. 12, Dezember 1976, p. 547-551.

56. Land, Edwin H.; Rogers, Howard G.; Walworth, Vivian K. One-Step Photography. In: Sturge, John M. (ed.). Neblette's Handbook of Photography and Reprography - Materials, Processes and Systems, 7th ed. p. 258-330. New York, NY, Van Nostrand Reinhold Compagny, 1976. 641 p.

57. Land, Edwin H. Absolute One-Step Photography. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 16, no. 4, July-August 1972, p. 247-252.

58. Hanson, W.T. A Fundamentally New Imaging Technology for Instant Photography. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 20, no. 4, July-August 1976, p. 155-160.

59. Wall, E.J. The History of Three-Color Photography. London and New York, The Focal Press, 1970. 747 p.

60. Friedman, Joseph S. History of Color Photography.
London and New York, The Focal Press, 1972. 565 p.
61. Evans, Ralph M.; Hanson, W.T.; Brewer, W. Lyle.
Principles of Color Photography. New York, NY,
John Wiley and Sons Inc., 1953. 693 p.
62. Mutter, Edwin. Farbphotographie-Theorie und Praxis.
[Color Photography : Theory and Practice]. Wien,
Springer-Verlag, 1967. 463 p.
63. Koshofer, Gert. Farb Fotografie - Band 1: Alte
Verfahren + Band 2: Moderne Verfahren + Band 3:
Lexikon der Verfahren, Geraete und Materialien.
[Color Photography - Volume 1: Old Processes +
Volume 2: Modern Processes + Volume 3:
Dictionary of Processes, Equipment and
Materials]. Munchen, Verlag Laterna Magica, 1981.
192 p. + 240 p. + 152 p.
64. Gill, A.T. Photographic Processes, a Glossary and a
Chart for Recognition. London, Museum
Association, 1978. 12p. (Information Sheet no. 21)
65. Bovis, Marcel. Dictionnaire des principaux procédés
photographiques [Dictionary of the Principal
Photographic Processes]. Photo-Revue (Paris),
March 1976, p. 238-239.
66. American National Standards Institute Inc.
Specifications for Safety Photographic Film.
New York, NY, American National Standards
Institute Inc, 1976. 8 p. (PH1.25-1976).

67. Van Bronswijk, W. Identification of Motion-Picture Film Bases by Infrared Spectroscopy. Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers (Washington, DC), vol. 84, no. 6, 1975, p. 476-477.

68. Formstecher, Felix. Die Bestimmung der Klasse eines photographischen Papiers [The Determination of the Type of a Photographic Paper]. Camera (Luzern), vol. 20, 1942, p. 223-224 + p. 245-246.

69. Antonacci, Janice M. The Ferrotypes: Research into its Restoration and Conservation. Kingston, Ontario, Canada, Queen's University, July 1980. 132 p.

70. Altman, J. H.; Ball, R.C. On the Spatial Stability of Photographic Plates. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 5, no. 5, September-October 1961, p. 278-282.

71. Burnnam, J.M.; Josephson, P.R. Color Plate Metric Stability. Photogrammetric Engineering (Washington, DC), vol. 35, no. 7, July 1969, p. 679-685.

72. Leonar-Werke. Photo-Papier [Photo Paper]. Hamburg, Leonar-Werke, 1955. 52 p.

73. Kasper, Klaus B.; Wanka, Rudolf. Chemical Formulations and Requirements of Photographic Paper. Journal of Applied Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 7, no. 3, June 1981, p. 67-72.

74. Woodward, A.I. The Evolution of Photographic Base Papers. Journal of Applied Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 7, no. 4, August 1981, p. 117-120.
75. Jones, L.A.; Nutting, P. G.; Mees, C.E.K. The Sensitometry of Photographic Papers. The Photographic Journal (London), vol. LIV, January to December 1914, p. 342-359.
76. Jones, Loyd A. The Contrast of Photographic Printing Paper. J. Franklin Institute (Philadelphia, PA), vol. 202, 1926, p. 177-204.
77. Centa, John M. Contrast Grading Problems of Photographic Papers. Photographic Science and Technique (Easton, PA), 1949, p. 17-20.
78. Anon. Systematic Identification of Photographic Papers. Photographic Society of America Journal (Albany, NY), Section B, vol. 16, 1950, p. 89-93.
79. Kieser, Karl. Emulsionszusammensetzung und Tonbarkeit von Entwicklungspapieren [The Composition of the Emulsion and the Effect of Toning on Developing-Out Papers]. Photographische Korrespondenz (Leipzig), vol. 59, no. 736/39, 1922, p. 33-35.
80. Anon. Papiere fuer bildmassige Photographie [Papers for Pictorial Photography]. Photo-Technik und Wirtschaft (Berlin), vol. 5, no. 6, 1954, p. 305-309.

81. Meyers, Edward; Keppler, Herbert. The Fine Art of Print Making. Modern Photography (New York, NY), November 1960.
82. Vestal, David. 80 days in the darkroom. Popular Photography (New York, NY), January 1965, p. 138-149 + p. 159-161.
83. Granger, Olen; Meyers, Edward; Keppler, Herbert; Hill, Thomas. Print Making. Modern Photography (New York, NY), vol. 31, no. 2, February 1967, p. 68-77.
84. Lane, G. W. Permanence of Eastman Photographic Papers. Studio Light (Rochester, NY), vol. 27, no. 4, 1936, p. 9-14.
85. Dieuzaide, Jean. Appeal for the Preservation of Genuine Photographic Paper Which is Faced by the Threat of Cessation of Production. Camera (Luzern), vol. 57, no. 1, January 1978, p. 44.
86. Parsons, T. F.; Gray, G. G.; Crawford, I.H. To RC or Not to RC. Journal of Applied Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 5, no. 2, 1979, p. 110-117.
87. Kolf, G. Fuer und Wider bei Modern Fotopapieren [Modern Photographic Papers]. British Journal of Photography (London), vol. 127, no. 6244 + no. 6245, March 28 1980 + April 4, 1980, p. 296-299 + p. 316-319.

88. Cummings, J. W.; Hutton, A.C.; Silfin, H. Spontaneous Ignition of Decomposing Cellulose Nitrate Film. Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers (Washington, DC), vol. 54, no. 3, 1950, p. 268-274.
89. Nuckolls, A.H.; Matson, A. F. Some Hazardous Properties of Motion Picture Film. Journal of the Society of Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 27, 1936, p. 657-661.
90. Calhoun, J. M. Storage of Nitrate Amateur Still-Camera Film Negatives. Journal of the Biological Photographic Association (Baltimore, MD), vol. 21, no. 3, 1953, p. 1-13.
91. Carroll, J. F.; Calhoun, J. M. Effect of Nitrogen Oxide Gases on Processed Acetate Film. Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers (Washington, DC), vol. 64, 1955, p. 501-507.
92. Fordyce, Charles R. Improved Safety Motion Picture Film Support. Journal of the Society of Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 51, no. 4, October 1948, p. 331-350.
93. Adelstein, Peter Z.; Calhoun, John M. Interpretation of Dimensional Changes in Cellulose Ester Base Motion-Picture Films. Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers (Washington, DC), vol. 69, March 1960, p. 157-163.

94. Calhoun, J. M. The Physical Properties and Dimensional Behaviour of Motion Picture Film. Journal of the Society of Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 43, no. 4, October 1944, p. 227-266.
95. Calhoun, J. M. The Physical Properties and Dimensional Stability of Safety Aerographic Film. Photogrammetric Engineering (Washington, DC), vol. 13, no. 2, June 1947, p. 163-221.
96. American National Standards Institute Inc. Specifications for photographic film for archival records, silver-gelatin type, on cellulose ester base. New York, NY, American National Standards Institute Inc., 1981. 16 p. (PH1.28-1981).
97. Adelstein, Peter Z.; McCrea, J. L. Permanence of Processed Estar Polyester Base Photographic Films. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 9, no. 5, September-October 1965, p. 305-313.
98. Calhoun, J. M.; Adelstein, P. Z.; Parker, J. T. Physical Properties of Estar Polyester Base Aerial Films for Topographic Mapping. Photogrammetric Engineering (Washington, DC), vol. 27, 1961, p. 461-470.
99. American National Standards Institute Inc. Specifications for photographic film for archival records, silver-gelatin type, on polyester base. New York, NY, American National Standards Institute Inc., 1981. 16p. (PH1.41-1981)

100. Adelstein, P.A.; McCrea, J.L. Stability of Processed Polyester Base Photographic Films. Journal of Applied Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 7, no. 6, December 1981, p. 160-167.
101. Adelstein, P.Z.; Rhoads, James B. Archival and Permanent. Journal of Applied Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 2, no. 2, 1976, p. 64A.
102. Adelstein, P.Z.; Rhoads, James B. Archival and Permanent. Journal of Micrographics (Annapolis, MD), vol. 9, no. 4, 1976, p. 194.
103. Adelstein, P.Z.; Rhoads, James B. Archival and Permanent. Microform Review (Weston, CT), vol. 5, no. 2, 1976, p. 90.
104. Mees, C.E. Kenneth. History of Professional Black-and-White Motion-Picture Film. Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers (Washington, DC), vol. 63, 1954, p. 134-137.
105. Matthews, G.E.; Tarkington, R.G. Early History of Amateur Motion-Picture Film. Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers (Washington, DC), vol. 64, 1955, p. 105-116.
106. Wentzel, F. Rissigkeit der Celloidinschicht [Cracking of Collodion Layers]. Photographische Industrie (Berlin), vol. 27, 1925, p. 87.

107. Sheppard, S. E. Behavior of Gelatin in the Processing of Motion Picture Film. Transactions of the Society of Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. XI, no. 32, 1927, p. 707-724.
108. Schmitz, N. Haltbarkeit Photographischer Schichten [Permanence of Photographic Layers]. Berichte des internationalen Kongresses fuer Reprographie (Koln), 1963, p. 74-76.
109. Crabtree, J. I.; Hartt, H. A. Some properties of Fixing Baths. Transactions of the Society for Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 13, no. 38, 1929, p. 364-405.
110. Hendriks, K. B.; Lesser, B. Disaster Preparedness and Recovery: Photographic Materials. The American Archivist (Chicago, IL), vol. 46, no. 1, Winter 1983, p. 52-68.
111. Weyde, E. A Simple Test to Identify Gases which Destroy Silver Images. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 16, no. 4, 1972, p. 283-286.
112. Feldman, Larry H. Discolouration of Black-and-White Photographic Prints. Journal of Applied Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 7, no. 1, February 1981, p. 1-9.

113. Henn, R. W.; Wiest, D. G. Microscopic Spots in Processed Microfilm: Their Nature and Prevention. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 9, no. 3, 1965, p. 167-173.
114. McCamy, C. S. Inspection of Processed Photographic Record Films for Aging Blemishes. Washington, DC, U.S. National Bureau of Standards Handbook 96, 1964. 11 p.
115. Pope, C. I. Blemish Formation in Processed Microfilm. Journal of Research of the National Bureau of Standards (Washington, DC), vol. 72A, no. 3, 1968, p. 251-259 + vol. 74A, no. 1, 1970, p. 31-36.
116. McCamy, C. S.; Wiley, S. R.; Speckman, J.A. A Survey of Blemishes on Processed Microfilm. Journal of Research of the National Bureau of Standards (Washington, DC), vol. 73A, no. 1, 1969, p. 79-99.
117. Hendriks, Klaus B. Occurrence of Redox Blemishes on Processed Microfilm at the Public Archives of Canada's General Records Center (Records Management Branch). Public Archives Canada (Ottawa), no. 2, Autumn 1978, p. 1-4.

118. Kuehn, Heinrich. Die technische Arbeit,
C. Kopierverfahren auf Papier, (b) Kenntnis der
Rohpapiere [Technical procedures, C. Printing
methods on paper, (b) Knowledge of the raw
stock]. In: Kuehn, Heinrich. Technik der
Lichtbildnerei, p. 235-248. Halle a.d. Saale,
Verlag Wilhelm Knapp, 1921. 435 p.
119. Pope, C.I. Stability of Residual Thiosulfate in
Processed Microfilm. Journal of Research of the
National Bureau of Standards (Washington, DC),
vol. 67c, no. 1, January-March 1963, p. 15-24.
120. Hubbell, David C.; McKinney, Robert G.; West, Lloyd E.
Methods for Testing Image Stability of Color
Photographic Products (Washington, DC), vol. 11,
no. 5, September-October 1967, p. 295-305.
121. American National Standards Institute Inc. Method
for Comparing the Color Stabilities of
Photographs. New York, NY, American National
Standards Institute Inc., 1969. 20 p.
(PH1.42-1969).
122. Adelstein, Peter Z.; Graham C. Loren; West, Lloyd E.
Preservation of Motion-Picture Colour Films Having
Permanent Value. Journal of the Society of Motion
Picture and Television Engineers (Washington, DC),
vol. 79, November 1969, p. 1011-1018.

123. Tuite, R. J. Image Stability in Color Photography. Journal of Applied Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 5, no. 4, Fall 1979, p. 200-207.
124. Bard, Charleton C.; Larson, George W.; Hammond, Howell; Packard, Clarence. Predicting Long-Term Dark Storage Dye Stability Characteristics of Color Photographic Products from Short-Term Tests. Journal of Applied Photographic Engineering (Washington, DC), vol. 6, no. 2, April 1980, p. 42-45.
125. Eastman Kodak Company. Evaluating Dye Stability of Kodak Colour Products. Rochester, NY, Eastman Kodak Company, January 1981. 6 p. (CIS no. 50)
126. 3M Company. UV Fade Study on 3M Color Paper with and without Photogard. PE-PUVFS (22.25) R1, and UV Fade Study on Kodak Color Paper with and without Photogard. PE-PUVFS-K (52.25) R. St. Paul, MN, 3M Company, 1983, 2 p. + 2 p.
127. Schwalberg, Bob. Color Preservation Update. Popular Photography (New York, NY), vol. 89, no. 1, January 1982, p. 81-85 + p. 131.
128. Wilhelm, Henry. Technical Appendix. In: Creative Photography Laboratory (ed.). Positive, p. 38-40. Cambridge, MA, Massachusetts Institute of Technology, 1981. 44p.

129. MacLeod, K.J. Relative Humidity: Its Importance, Measurement and Control in Museums. Ottawa, Canadian Conservation Institute National Museums of Canada, April 1975 (reprinted May 1978). 15 p.
130. Gladstone, J.S. Fugacity of Bromide Prints. British Journal of Photography (London), July 1892, p. 484.
131. Deck, N.C. The Permanence of Photographic Prints as Tested by Tropical Climates. British Journal of Photography (London), April 1923, p. 222-223.
132. Pouradier, J.; Mailliet, A.-M. Conservation des Documents Photographiques sur Papier. [Conservation of Photographic Documents on Paper]. Science et Industries Photographiques (Paris), vol. 36, no. 2-3, 1965, p. 29-42 + vol. 38, no. 1, 1967, p. 1-7
133. Reilly, James M. Albumen Prints: A Summary of New Research about their Preservation. Picturescope (Washington, DC), vol. 30, no. 1, Spring 1982, p. 34-36.
134. Lafontaine, R. H. Recommended Environmental Monitors for Museums Archives and Art Galleries. Ottawa, Canadian Conservation Institute, August 1975. 23 p.
135. MacLeod, K.J. Museum Lighting. Ottawa, Canadian Conservation Institute, April 1975. 13 p.

136. Brown, H. G. Problems of Storing Film for Archive Purposes. British Kinematography (London), vol. 20, no. 5, May 1952, p. 150-162.
137. Crabtree, A. D. A Guide to the Principles of Making Duplicate Negatives. British Journal of Photography (London), vol. 118, 1971, p. 690.
138. Arens, Hans; Eggert, J. Ueber eine direkt positiv arbeitende photographische Schicht [Direct positive silver emulsion]. In: Farbenindustrie Aktiengesellschaft (ed.). Veroeffentlichungen des wissenschaftlichen Zentral-Laboratoriums der photograpischen Aorteilung Agfa, vol. III, p. 166-169. Leipzig, S. Hirzel, 1933, 316 p.
139. Lueppo-Cramer, Henricus. Eins neues Material zur Herstellung von Duplikat-Negativen [A new material for the preparation of duplicate negatives]. Photograpnische Korrespondenz (Leipzig), vol. 70, 1934, p. 33-35.
140. Anon. A New Film for Duplicating Negatives. Photo-Review (Chicago, IL), vol. 17, December-January 1938-39, p. 7-8.
141. Capstaff, J. G.; Seymour, M.W. The Duplication of Motion Picture Negatives. Transactions of the Society of Motion Picture Engineers (Wasnington, DC), vol. 10, 1926, p. 223-229.

142. Ives, C.E.; Huse, E. Notes on Making Duplicate Negatives. Transactions of the Society of Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 12, 1928, p. 382-389.
143. Crabtree, J.I.; Schwingel, C.E. The Duplication of Motion Picture Negatives. Transactions of the Society of Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 19, 1932, p. 891-908.
144. Hendriks, Klaus B; Madeley, D. R.; Toll, F. The Duplication of Historical Black-and-White Negatives. In: Hendriks, K. B. (ed.). Proceedings of the International Symposium: The Stability and Preservation of Photographic Images, in preparation.
145. Hurter, Ferdinand; Driffield, V.C. Photo-Chemical Investigations and a New Method of Determination of the Sensitiveness of Photographic Plates. The Journal of the Society of Chemical Industry (London), May 31 1890, p. 455-469.
146. Rudd, R. Gilliam. Copying the Black-and-White Print. Photographic Society of America Journal (Albany, NY), Section B, June 1950, p. 30-38.
147. Ostroff, Eugene. Restoration of Photographs by Neutron Activation. Science (Lancaster, PA), vol. 154, no. 3745, October 7 1966, p. 119-123.

148. Askins, Barbara S. Photographic Image Intensification by Autoradiography. Applied Optics (Washington, DC), vol. 15, no. 11, November 1976, p. 2860-2865.
149. Anon. Ueber die vollstaendige Entfernung des unterschweifligsauren Natrons aus den Abdruecken [On the Complete Removal of Hyposulphitie of Soda from Prints]. Photographisches Archiv (Berlin), vol. 7, 1866, p. 185-186 + p. 216-218 + p. 417-418.
150. Eaton, George T. Preservation, Deterioration, Restoration of Photographic Images. The Library Quarterly (Chicago, IL), vol. 40, no. 1, January 1970, p. 85-99.
151. Weyde, Edith. On the Possibility of Improving the Permanence of Photographic Prints. British Journal of Photography (London), vol. 82, June 14 1933, p. 376.
152. Eaton, G. T.; Crabtree, J. I. Washing photographic Films and Prints in Sea Water. Journal of the Society for Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 40, 1943, p. 380-391.
153. Crabtree, J.I.; Eaton, G.T.; Muehler, L.E. The Removal of Hypo and Silver Salts from Photographic Materials as Affected by the Composition of the Processing Solutions. Journal of the Society for Motion Picture Engineers (Washington, DC), vol. 41, 1943, p. 9-68.

154. Crabtree, J. I.; Henn, R.W.; Edgerton, R.F. Two-Bath Fixation of Prints. Photographic Society of America Journal (Albany, NY), vol. 19B, 1953, p. 10-16.
155. Henn, R. W.; King, N. H.; Crabtree, J.I. The Effect of Salt Baths on Hypo and Silver Elimination. Photogrammetric Engineering (Washington, DC), vol. 7, 1956, p. 153-164.
156. Crabtree, J. I.; Eaton, G. T.; Muehler, L. E. Fixing and Washing for Permanence. Photographic Society of America Journal (Albany, NY), March, April 1943, p. 115-123, 162-170, 192.
157. American National Standards Institute Inc. Method for Evaluating the Processing of Black-and-White Photographic Papers with Respect to the Stability of the Resultant Image. New York, NY, American National Standards Institute Inc., 1980, 6 p. (PH4.32-1980).
158. Lumière, A.; Lumière, L.; Seyewetz, A. The Time of Fixing of Development Papers. The British Journal of Photography (London), February 22 1924, p. 108-109.
159. Eastman Kodak Company. Processing Chemicals and Formulas for Black-and-White Photography. Rochester, NY, Eastman Kodak Company, 1977. 53 p. (Kodak Publication No. J-1).

160. American National Standards Institute Inc. Methylene Blue Method for Measuring Thiosulfate and Silver Densitometric Method for Measuring Residual Chemicals in Films, Plates, and Papers. New York, NY, National Standards Institute Inc., 1978, 12 p. (PH4.8-1978).
161. Henn, R.W.; Mack, B.D. A Gold Protective Treatment for Microfilm. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 9, 1965, p 378-384.
162. Henn, R.W.; Wiest, D.G. Properties of Gold-Treated Microfilm Images. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 10, 1966, p. 14-22.
163. Nitze, Hans. Fehler bei der indirekten Schwefeltonung [Faults in the Indirect Method of Sulphur Toning]. In: I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft (ed.). Veroeffentlichungen des Wissenschaftlichen Zentral-Laboratoriums der photographischen Abteilung Agfa, vol. V, p. 187-193. Leipzig, S. Hirzel, 1937. 309 p.
164. Formstecher, Felix. Zur Geschichte und Theorie der Selentiong [The History and Theory of Selenium Toning]. Photographische Industrie (Berlin), vol. 34, September 1936, p. 1014-1018.

165. Steigmann, A. Das Selentonbad als Universelles Photographisches Hilfsmittel [The Selenium Toning Bath as a Universal Photographic Panacea]. Photographische Korrespondenz (Leipzig), vol. 69, 1933, p. 108-109.
166. Drago, F.J.; Lee, W.E. Stability and Restoration of Images on Kodak Professional Direct Duplicating Film SO-015 (Estar Thick Base). In: Hendriks, K. B. (ed.). Proceedings of the International Symposium: The Stability and Preservation of Photographic Images, in preparation.
167. Henn. R.W.; Wiest, D.G.; Mack, Bernadette D. Microscopic Spots in Processed Microfilm: The Effect of Iodide. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 9, no. 33, May-June 1965, p. 167-173.
168. Kieser, K. Waermetest Lichtempfindlicher Materialien [Incubation Tests of Light-Sensitive Materials]. Photographische Industrie (Berlin), vol. 24, 1926, p. 303-304.
169. Emmermann, C. Die Brutschrankpruefung lichtempfindlicher Materialien [Incubation Tests of Light-Sensitive Materials]. Photographische Industrie (Berlin), vol. 24, 1926, p. 384-386.

170. American National Standards Institute Inc.

Requirements for Photographic Filing Enclosures for Storing Processed Photographic Films, Plates and Papers. New York, NY, American National Standards Institute Inc., 1978, 11 p.
(PH1.53-1978).

171. Henn. R. W.; Olivares, I.A. Tropical Storage of Processed Negatives. Photographic Science and Engineering (Washington, DC), vol. 4, no. 4, July-August 1960, p. 229-233.

172. Eastman Kodak Company. Preservation of Photographs. Rochester, NY, Eastman Kodak Company, 1979, 61 p.
(Kodak Publication No. F-30).

173. Hendriks, Klaus B. The Conservation of Photographic Materials. Picturescope (Washington, DC), vol. 30, no. 1, Spring 1982, p. 4-11.

174. Gillet, M.; Garnier, C.; Fliedner F. Influence de l'environnement sur la conservation des documents photographiques modernes [Influence of Environmental Factors on the Preservation of Contemporary Photographic Records]. In: Centre Régional de Publication de Paris (ed.). Les Documents Graphiques et Photographiques: Analyse et Conservation, p. 93-109. Paris, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1981. 148 p.

175. Clerc, L. P. Photography Theory and Practice.
New York, NY, Focal Press, 1973, 890 p.
176. Thompson, B. H. Kodachrome Transfer. Journal of the
Society for Motion Picture Engineers (Washington,
DC), vol. 43, no. 2, 1944, p. 95-96.
177. Reed, Vilia. Emulsion Stripping. Eastman Kodak Data
Release, No. F-8, Rochester, NY, 1979, 1p.
178. Reed, Vilia. How to Work Restoration Magic on
Wrinkled Negatives. Photographic Conservation
(Rochester, NY), vol 3, no. 4, December 1981,
p. 4-6.
179. Gear, J. L.; McLaren, R.H.; McKiel, M. Film Recovery
of Some Deteriorated Black-and-White Negatives.
The American Archivist (Chicago, IL), vol. 40, no.
3, 1977, p. 363-368.
180. Wall, E. J. Intensification and Reduction: A
Critical Résumé of All Known Methods. Boston, MA,
American Photographic Publishing, 1927, 40 p.
181. Stenger, Erich. Wiederherstellung alter photo-
graphischer Bilder und Reproduktion derselben im
ursprünglichen und im neuzeitlichen Verfahren [The
Restoration of Old Photographic Pictures and the
Reproduction of Same in Old and New Ways]. Halle
(Saale), Verlag Wilhelm Knapp, 1920, 62 p.

182. Crabtree, John I. Stains on Negatives and Prints: Their Cause, Prevention and Removal. American Annual of Photography, vol. 35, 1921, p. 204-240.
183. Henn, R. W.; Crabtree, J. I.; Russell, H. D. An Ammonium Hypo Reducer. Photographic Society of America Journal (Easton, PA), Section B, vol. 17, November 1951, p. 110-113.
184. Smith, M. A. Matting and Hinging of Works of Art on Paper. Washington, DC, Library of Congress, 1981, 32 p.
185. Hendriks, Klaus B.; Lesser, B. The Effect of Some Fumigants on the Stability of Photographic Materials, in preparation.

DOCUMENTOS DEL RAMP O RELACIONADOS CON EL RAMP

1. Unesco. General Information Programme. Expert Consultation on the Development of a Records and Archives Management Programme (RAMP) Within the Framework of the General Information Programme, 14-16 May 1979. Paris, Working Document (PGI/79/WS/1). París, Unesco, 1979. 19 págs. Existe también en francés.
2. Unesco. General Information Programme. Expert Consultation on the Development of a Records and Archives Management Programme (RAMP) Within the Framework of the General Information Programme, 14-16 May 1979. Paris, Final Report (PGI/79/WS/II). París, Unesco, 1979. 36 págs. Existe también en francés.
3. Manning, Raymond, Gilberte Pérotin and Sven Welandar, comps., and eds. Guide to the Archives of International Organizations. Part I. The United Nations System. Preliminary version (PGI/79/WS/7). París, 1979. 301 págs.
4. Cook, Michael. The Education and Training of Archivists - Status Report of Archival Training Programmes and Assessment of Manpower Needs (PGI/79/CONF.604/COL.2). París, Unesco, 1979. 71 págs. Existe también en francés.
5. Delmas, Bruno. The Training of Archivists - Analysis of the Study Programme of Different Countries and Thoughts on the Possibilities of Harmonization (PGI/79/CONF.604/COL.1). París, Unesco, 1979. 75 págs. Existe también en francés.
6. Unesco. Division of the General Information Programme. Meeting of Experts on the Harmonization of Archival Training Programmes, 26-30 November, Paris, 1979. Final Report (PGI/79/CONF.604/COL.7). París, Unesco, 1980. 18 págs. Existen también en francés.
7. Roper, Michael. Democratic Republic of the Sudan: Establishment of a Technical Training Centre in Archival Restoration and Reprography (FMR/PGI/80/180). París, Unesco, 1980. 31 págs.
8. Kecskeméti, Charles and Evert Van Laar. Model Bilateral and Multilateral Agreements and Conventions Concerning the Transfer of Archives (PGI/81/WS/3). París, Unesco, 1981. 34 págs. Existe también en árabe, español, francés y ruso.
9. Silva, G.P.S.H. de. A Survey of Archives and Manuscripts Relating to Sri Lanka and Located in Major London Repositories (PGI/81/WS/4). París, Unesco, 1981. 100 págs.
10. Borsá, Iván. Feasibility Study on the Creation of an Internationally Financed and Managed Microfilm Assistance Fund to Facilitate the Solution of Problems involved in the International Transfer of Archives and in Obtaining Access to Sources of National History Located in Foreign Archives (PGI/81/WS/7). París, Unesco, 1981. 31 págs. Existe también en árabe, español, francés y ruso.
11. White, Brenda. Archives Journals: A Study of their Coverage by Primary and Secondary Sources. (RAMP Studies and Guidelines). (PGI/81/WS/10. París, Unesco, 1981. 72 págs. Existe también en francés.
12. Pieyns, Jean. Feasibility Study of a Data Base on National Historical Sources in Foreign Repositories (PGI/81/WS/24). París, Unesco, 1981. 66 págs. Existe también en francés.

13. Weill, Georges. The Admissibility of Microforms as Evidence: A RAMP Study (PGI/81/WS/25). París, Unesco, 1982. 84 págs. Existe también en español y francés.
14. Hull, Felix. The Use of Sampling Techniques in the Retention of Records: A RAMP Study with Guidelines (PGI/81/WS/26). París, Unesco, 1981. 64 págs. Existe también en español y francés.
15. Cortés Alonso, Vicenta. Perú: Sistema Nacional de Archivos y Gestión de Documentos: RAMP Proyecto Piloto (FM/PGI/81/110). París, Unesco, 1981. 56 págs. Existe también en inglés.
16. Crespo, Carmen. Republic of Argentina: Development of a Regional Demonstration and Training Centre at the School for Archivists, University of Cordoba (FMR/PGI/81/116 E). París, Unesco, 1981. 28 págs. Existe también en español.
17. Ricks, Artel. Republic of the Philippines: RAMP pilot project for the establishment of a regional archives and records centre. (FMR/PGI/81/158). París, Unesco, 1981. 49 págs.
18. Evans, Frank B. The Republic of Cyprus: Development of an archival and records management programme (FMR/PGI/81/166). París, Unesco, 1981. 64 págs.
19. Unesco. General Information Programme. Survey of Archival and Records Management Systems and Services 1982 (PGI/82/WS/3). París, Unesco, 1982. Existe también en francés.
20. Rhoads, James B. The Applicability of UNISIST Guidelines and ISO International Standards to Archives Administration and Records Management: A RAMP Study (PGI/82/WS/4). París, Unesco, 1982. 95 págs. Existe también en español y francés.
21. Unesco. Division of the General Information Programme. Second Expert Consultation on RAMP (RAMP II) Berlin (West), 9-11 June 1982. Working Document (PGI/82/WS/6). París, Unesco, 1982. 31 págs.
22. White, Brenda. Directory of Audio-Visual Materials for Use in Records Management and Archives Administration Training (PGI/82/WS/8). París, Unesco, 1982. 71 págs.
23. Tirmizi, S.A.I. Guide to Records Relating to Science and Technology in the National Archives of India: A RAMP Study (PGI/82/WS/12). París, Unesco, 1982. 84 págs.
24. Cook, Michael. Guidelines for Curriculum Development in Records Management and the Administration of Modern Archives: A RAMP Study (PGI/82/WS/16). París, Unesco, 1982. 74 págs. Existe también en español.
25. Unesco. Division of the General Information Programme. Second Expert Consultation on RAMP (RAMP II) Berlin (West), 9-11 June 1982. Final Report (PGI/82/WS/24). París, Unesco, 1982. 54 págs. Existe también en español y francés.
26. Evans, Frank B. Malaysia: Development of the Archives and Records Management Programme (FMR/PGI/82/110). París, Unesco, 1982. 54 págs.
27. Ricks, Artel. Philippines: RAMP Pilot Project for the Establishment of a Regional Archives and Records Centre (Report nº 2) (FMR/PGI/82/161). París, Unesco, 1982. 24 págs.

28. Evans, Frank B. Writings on Archives Published by and with the Assistance of Unesco: A RAMP Study (PGI-83/WS/5). París, Unesco, 1983. 33 págs.
29. Evans, Frank B. and Eric Ketelaar. A Guide for Surveying Archival and Records Management Systems and Services: A RAMP Study (PGI-83/WS/6). París, Unesco, 1983. 30 págs. Existe también en español y francés.
30. Rhoads, James B. The Role of Archives and Records Management in National Information Systems: A RAMP Study (PGI-83/WS/21). París, Unesco, 1983. 56 págs.