

conservación

1999

DOCUMENTOS PARA CONSERVAR N° 12

GUÍA DEL IMAGE PERMANENCE INSTITUTE PARA EL ALMACENAMIENTO DE PELÍCULAS DE ACETATO

JAMES M. REILLY

*Director del Image
Permanence Institute (IPI)*

**BIBLIOTECA NACIONAL
DE VENEZUELA
CENTRO NACIONAL
DE CONSERVACIÓN
DE PAPEL
CENTRO REGIONAL IFLA-PAC
PARA AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE
COMISIÓN DE PRESERVACIÓN
Y ACCESO
COUNCIL ON LIBRARY
AND INFORMATION RESOURCES**

Caracas, Venezuela

0-91-916-06161

BIBLIOTECA NACIONAL
DE VENEZUELA



CENTRO NACIONAL
DE CONSERVACION DE PAPEL
CENTRO REGIONAL IFLA-PAC
PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Edificio Rogi, Piso 1
Calle Soledad con Calle Las Piedritas
Zona Industrial de La Trinidad
Caracas, Venezuela
Telefax: (58-2)-941.4070
Central: (58-2)-941.8011 (x 203, 218)

CONSERVAPLAN

Documentos para Conservar

Nº 12, 1999

*Guía del Image Permanence Institute
para el almacenamiento de películas
de acetato por James M. Reilly*

Derechos reservados por
Image Permanence Institute

2

NY, 1993

Para los países de habla hispana,
por la Biblioteca Nacional de Venezuela
1998.

Este programa recoge y disemina
en traducción al español documentos
significativos de la literatura de
conservación aparecida en otros idiomas
y cuya lectura es recomendada en los
programas de formación. La ausencia de
publicaciones actualizadas en español,
sobre conceptos, historia y técnicas, ha
frustrado el nivel y calidad de la conservación
en países hispanoparlantes.

Conservaplan ha sido creado para
proporcionar apoyo bibliográfico en temas
fundamentales.

Los interesados en suscribirse y en realizar
propuestas para la serie podrán dirigirse al
Editor de Conservaplan,
a la dirección arriba señalada.

© Instituto Autónomo Biblioteca Nacional 1998
Hecho el depósito de ley
Depósito legal LF227199802516
LF227199802516.12

ISSN 1315-3579 (Conservaplan)
ISBN 980-319-179-9

PRESENTACIÓN

La Biblioteca Nacional de Venezuela, en su carácter de Centro Regional IFLA-PAC para América Latina y El Caribe, y como promotora y responsable del curso de "Conservación de obras gráficas", dirigido a empleados de las bibliotecas nacionales y archivos de Latinoamérica, ha percibido la enorme importancia de contar con información técnica actualizada que oriente a los conservadores y responsables de bibliotecas y archivos de la región en su constante esfuerzo por preservar en el tiempo sus diversas, y muchas veces valiosísimas, colecciones de material bibliográfico y audiovisual.

Hasta hace poco menos de un lustro, casi nada de la información existente sobre preservación de materiales de bibliotecas y archivos publicada por reconocidas instituciones archivísticas, centros de investigación y especialistas en la materia se encontraba en español. Actualmente, aparte de UNESCO, muchas organizaciones están realizando aportes en este sentido. En el marco de este esfuerzo, el Centro Nacional de Conservación de Papel de la Biblioteca Nacional de Venezuela publica desde 1987 *Conservaplan*, un instrumento de divulgación dirigido a profesionales y técnicos hispanohablantes en el área de la conservación. El presente número de *Conservaplan* forma parte de un proyecto de traducción, y de diseminación en dieciocho fascículos, de ocho títulos en inglés sobre preservación de material bibliográfico y no bibliográfico, iniciado en 1996 y desarrollado con la coparticipación de la Comisión de Preservación y Acceso, programa internacional del Council on Library and Information Resources con sede en Washington D.C. Este proyecto se complementa con uno similar recientemente culminado en Brasil, y que pone a disposición estos temas en portugués para profesionales en conservación y responsables de colecciones de ese país.

En este logro ha sido fundamental el apoyo de Hans Rütimann, responsable del Programa Internacional de la Comisión de Preservación y Acceso, en quien, desde su primera visita a Latinoamérica en 1989, hemos encontrado una receptividad y un empeño excepcionales en beneficio de proyectos orientados hacia este objetivo.

Con la traducción al español de la *Guía del Image Permanence Institute para el almacenamiento de películas de acetato*, el lector dispone de un instrumento técnico de interés para evaluar y, si fuese el caso, corregir las condiciones de almacenamiento de las colecciones de películas de su institución de manera de prolongar la vida útil de las mismas con el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles para tal efecto. La claridad expositiva de esta *Guía* y la presencia en ella de gráficos y tablas correspondientes al tema tratado facilitan el aprovechamiento efectivo de esta información, al menos en cuanto a los aspectos esenciales de la misma, aún sin la disposición del Disco que acompaña a la publicación original. En todo caso, si fuese interés del lector, podrá disponer del mismo con la adquisición del documento original *IPI Storage Guide for Acetate Film*, mediante solicitud a: Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, 70 Lomb Memorial Drive, Rochester, NY, 14623-5604. Teléfono (716) 475-5199; fax (716) 475-7230.

Centro Nacional
de Conservación de Papel
de la Biblioteca Nacional de Venezuela

Datos de la versión original en inglés:

IPI Storage Guide for Acetate Film / James M. Reilly, Director, Image Permanence Institute (IPI) ; designed and edited by Karen Santoro

Copyright ©1993 por Image Permanence Institute
Todos los derechos reservados

Edición en español :

Guía del IPI para el almacenamiento de películas de acetato / James M. Reilly, Director del Image Permanence Institute (IPI) ; [edición en inglés]

diseñada y editada por Karen Santoro

Biblioteca Nacional de Venezuela
con la autorización de Image
Permanence Institute
y la Comisión de Preservación
y Acceso del Council on Library and
Information Resources
Caracas, 1997-1998

Coordinación y revisión:

Centro Nacional de Conservación de Papel

Centro Regional IFLA/PAC

para América Latina y el Caribe

Calle Soledad con Calle Las Piedritas

Edificio Rogi, 1er. piso

Zona Industrial de La Trinidad

Caracas, Venezuela

Telefax: (582)-941.4070

Comité Editor:

Virginia Betancourt, Lourdes Blanco,
Aurelio Álvarez

Comité Coordinador:

Pedro Hernández, Adelisa Castillo V.,
Ramón Sánchez, Pía Rodríguez

Traducción:

Paola Calcaño

Composición electrónica:

Adelisa Castillo V.

Impresión:

Editorial EX LIBRIS, Caracas

Reilly, James M.

Guía del Image Permanence Institute para el
almacenamiento de películas de acetato / James M.
Reilly, Director del Image Permanence Institute ;
coordinación y revisión técnica, Centro Nacional de
Conservación de Papel/Centro Regional IFLA/PAC
para América Latina y el Caribe. — Ed. en español. —
Caracas : Biblioteca Nacional de Venezuela, 1999.

40 p. : il. ; 28 cm. — (Conservaplan. Documentos
para conservar ; nº 12)

Proyecto financiado por la Commission on
Preservation & Access, Council on Library and
Information Resources.

Traducción de: IPI Storage Guide for Acetate Film.
ISBN 980-319-179-9

1. Almacenamiento de películas de acetato.

I. Image Permanence Institute. II. Biblioteca Nacional
(Venezuela). Centro Nacional de Conservación de
Papel. III. Título.

James M. Reilly
Director,
Remanence Institute

Image Permanence Institute

Biblioteca Nacional
de Venezuela
Centro Nacional de
Conservación de Papel
Centro Regional
IFLA/PAC
para América Latina
y el Caribe

Comisión de

Preservación y Acceso

Council on Library

- ## and Information Resources

Caracas, 1999

Guía del Image Permanence Institute para el Almacenamiento de Películas de Acetato

James M. Reilly

Director del

Image Permanence Institute (IPI),
Rochester Institute of Technology

INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL DISCO, LOS GRÁFICOS Y LA TABLA

ESTRATEGIA BÁSICA PARA LA PRESERVACIÓN DE PELÍCULAS

- La *Guía* del IPI para el almacenamiento de películas de acetato proporciona una idea general de las especificaciones para el almacenamiento de películas. Explica la relación entre la temperatura, la humedad relativa (HR) y el "síndrome del vinagre", una lenta descomposición química de los plásticos de acetato que ocasiona la pérdida de su valor en las colecciones de películas.

6

- El objetivo primordial de esta *Guía* es ayudar a los responsables de colecciones a evaluar la calidad del ambiente de almacenamiento que sus colecciones poseen. Esta *Guía* no fue creada para predecir la vida útil de una película en particular; simplemente utiliza este cálculo como una medida de la calidad del medio ambiente de almacenamiento.

Publicado originalmente por
Image Permanence Institute
Rochester Institute of Technology
70 Lomb Memorial Drive
Rochester, NY 14623-5604
1993

A comienzos de 1988, el Image Permanence Institute (IPI) del Rochester Institute of Technology realizó una investigación sobre el proceso de deterioro de los soportes plásticos de películas, con el financiamiento, principalmente, de la División de Preservación y Acceso del National Endowment for the Humanities. Igualmente, el IPI recibió financiamiento de la National Historical Publications and Records Commission y de Eastman Kodak Company. Tanto la empresa Eastman Kodak Company como la Fuji Photo Film Ltd. suministraron muestras de películas y aportaron su experiencia al proyecto. Estamos seguros de que todos aquéllos que encuentren útil esta *Guía* se unirán al IPI en su agradecimiento a los patrocinadores de esta investigación. Los fondos de la venta de la *Guía* serán destinados a continuar la investigación científica del IPI sobre la preservación de la imagen.

La publicación de esta *Guía* [edición en inglés] fue posible gracias al respaldo brindado por la Andrew W. Mellon Foundation, al igual que por la Victor and Erna Hasselblad Foundation.

CONTENIDO

Lo que es (y lo que no es) esta Guía	8	■ Estrategias de almacenamiento para películas en proceso de deterioro	25
■ La información de la Guía	9	¿Funciona esta guía para películas de nitrato?	25
■ ¿Qué dicen las predicciones?	9	Películas con base de poliéster	26
■ La importancia del ácido atrapado en los contenedores	9	La filosofía general del almacenamiento de películas	27
El disco	10	■ Temperatura	27
■ Evaluando las condiciones de almacenamiento	11	■ Humedad relativa	29
■ Usando el disco para planificar un nuevo ambiente de almacenamiento	12	■ Contaminantes	30
Curvas de tiempo para la aparición del síndrome del vinagre	14	■ El mejor rango de HR para el almacenamiento de películas	31
La tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento"	15	■ Sustancias volátiles en la atmósfera de la bóveda de películas	33
■ Usando la tabla	16	■ Empaques para almacenar colecciones de películas	34
Deterioro químico de las bases de las películas	18	Historia de los soportes de películas	35
■ Deterioro químico del nitrato	18	■ Cómo identificar la base de la película	35
■ Películas de acetato y el síndrome del vinagre	18	■ Panorama histórico de los formatos y las bases de películas	36
■ Cómo reconocer el síndrome del vinagre	19	Referencias	38
El comportamiento del síndrome del vinagre	22	Normas ISO y ANSI para el almacenamiento de películas	40
■ Cómo afectan las condiciones de almacenamiento el avance del deterioro	23		
■ Comportamiento autocatalítico en películas deterioradas	23		
■ Acidez libre - la mejor manera de medir el deterioro	23		
■ El objetivo de un buen almacenamiento: mantener la acidez libre en niveles bajos	24		

LO QUE ES (Y LO QUE NO ES) ESTA GUÍA

La Guía del Image Permanence Institute para el almacenamiento de películas de acetato es una herramienta para evaluar y planificar los ambientes de almacenamiento para películas de cine, fotografía y microfilme con base de acetato. Ésta es una categoría que incluye una gran cantidad de películas fabricadas entre 1920 y el presente. (Hablaremos en el capítulo "Historia de los soportes de películas" acerca de cuáles películas pueden o no ser de acetato). El acetato de celulosa está sujeto a un lento proceso de deterioro químico conocido como el "síndrome del vinagre". Casi todas las colecciones de cierta envergadura han sufrido pérdidas debido a este síndrome, y se supone que ocurrán muchas más en el futuro. Los principales síntomas de este problema son un olor parecido al vinagre, y la deformación, encogimiento y friabilidad de la película. Todas las películas de acetato son susceptibles a este tipo de deterioro. El que suceda en pocos años o en siglos depende de las condiciones de almacenamiento en las cuales esas películas se mantengan.

La Guía del IPI para el almacenamiento de películas de acetato se ocupa principalmente de un aspecto del almacenamiento de películas: la relación general entre la humedad relativa (HR) y la temperatura del depósito, y la cantidad aproximada de años antes de que el síndrome del vinagre se convierta en un serio problema para una película nueva. A pesar de que ésta es información valiosa, sólo es relativa al deterioro de películas de acetato de celulosa plástica. Existen otras formas importantes de deterioro de la película, como por ejemplo la pérdida gradual del color, la pérdida gradual de la imagen de plata, el desarrollo de hongos, los daños físicos, etc., y todas tienen sus causas particulares y su propia relación con el ambiente de almacenamiento. La preservación de películas es mucho más compleja que evitar el síndrome del vinagre, y el síndrome del

vinagre es mucho más que simplemente la temperatura y las condiciones de humedad, a pesar de que éstos son factores determinantes en la velocidad del deterioro. La sección "Filosofía general del almacenamiento de películas" proporciona una vista general de las consideraciones ambientales necesarias para el almacenamiento de películas, y coloca la información que concierne específicamente al síndrome del vinagre en un contexto más amplio.

La guía tiene cuatro componentes, tal como se muestra en la Ilustración 1: este folleto, el disco de dos caras, los gráficos de perfiles de tiempo para el síndrome del vinagre (uno para grados centígrados y uno para grados Fahrenheit) y una tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento". Cada componente contiene información acerca del almacenamiento de películas en distintos formatos, ofreciendo diferentes aproximaciones a partir de los datos existentes. Los datos de la Guía fueron obtenidos de experimentos con películas con base de triacetato, pero también funcionan con películas de base de diacetato, de acetato butirato y de acetato propionato. Es decir, son válidos, de manera general, para todos los tipos de película de acetato.

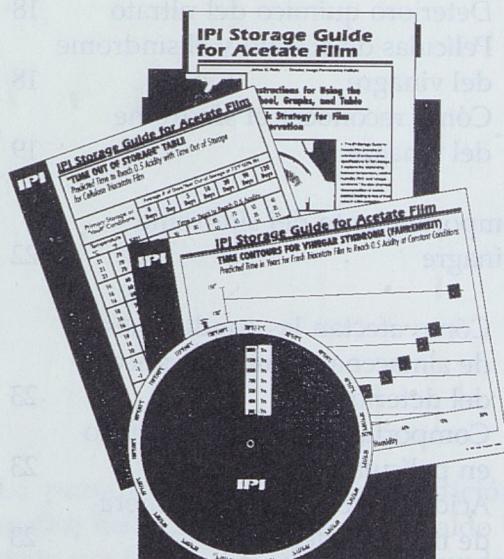


Ilustración 1: Componentes de la Guía del IPI para el Almacenamiento de Películas de Acetato

LA INFORMACIÓN DE LA GUÍA

La información ofrecida en la *Guía* fue obtenida de pruebas de envejecimiento acelerado realizadas como parte de un proyecto para investigar las mejores condiciones de almacenamiento de película, patrocinado por el National Endowment for the Humanities (NEH), National Historical Publications and Records Commission (NHPRC) y Kodak.^{1, 2, 3} El producto final de ese proyecto fue una serie de predicciones acerca de cuánto tiempo tomaría la aparición del síndrome del vinagre bajo varias condiciones de almacenamiento (hay que tener en cuenta que las predicciones se refieren al momento en que el síndrome del vinagre se hace presente, y no al final de la vida útil de la película). Cada predicción está asociada con una combinación particular de temperatura y HR, y supone que esas condiciones se mantienen iguales. Las predicciones representan el período de tiempo en años que tomaría para que una película nueva de acetato comenzara a mostrar niveles notorios de síndrome del vinagre; al final de ese período, la película tendría olor a vinagre pero sería utilizable todavía. Sin embargo, a este punto, la película ya entraría en una etapa en que el proceso de deterioro aumenta rápidamente.

¿QUÉ DICEN LAS PREDICCIONES?

Algo que no hace esta *Guía* es predecir la vida útil de una película o de una colección de películas específicas. Debido a que el disco, los gráficos y la tabla expresan en años las expectativas de vida útil (combinadas con su debida HR y temperatura de almacenamiento), existe una tendencia a ver estos datos como capaces de predecir cuánto "durará" una película específica. A pesar de que esas predicciones pueden llegar a ser exactas, existe una cantidad de razones por las cuales no debe usarse la *Guía* de manera individual.

Las predicciones están basadas en extrapolaciones de envejecimiento acelerado. Deben ser vistas como una manera conveniente de cuantificar y expresar qué tan

bueno o malo es un ambiente de almacenamiento para prevenir el síndrome del vinagre, y no como una predicción literal acerca de cuánto tiempo durará una colección. (La *Guía* no es una adivina, sólo expresa los beneficios relativos de un tipo de almacenamiento sobre otro). Para poder tomar literalmente las predicciones de cuándo empezará el síndrome del vinagre expresadas por la *Guía*, la colección tendría que reproducir exactamente las circunstancias bajo las cuales se realizaron los experimentos de envejecimiento, todas las películas tendrían que ser nuevas, y tendrían que guardarse en empaques cerrados bajo condiciones estables e invariables. En estudios de laboratorio, esas condiciones deben mantenerse constantes a través de todo el experimento; de otra manera, los datos no mostrarían el efecto de esos factores ambientales.

Cada pieza de película en una colección tiene una historia particular y se encuentra en un estado de preservación que viene determinado por la manera como ha sido almacenada a través de toda su existencia hasta el presente. Por lo general es imposible saber qué tan cerca del deterioro se encuentra una película antes de que el olor a vinagre se haga evidente e incluso en ese momento, es difícil determinar cuál es el grado de deterioro. Si corremos con suerte, es posible que conozcamos la historia del almacenamiento de una colección determinada y podamos estimar con cierta precisión su estado de preservación y sus prospectos para el futuro, pero generalmente, sólo tenemos una vaga idea.

LA IMPORTANCIA DEL ÁCIDO ATRAPADO EN LOS CONTENEDORES

Existe otro factor importante acerca del síndrome del vinagre además de su relación directa con la temperatura y la humedad relativa (HR): el factor de "ácido atrapado". El proceso de deterioro genera ácido acético (vinagre) dentro de la base plástica de la película. En algunas circunstancias, esa acidez

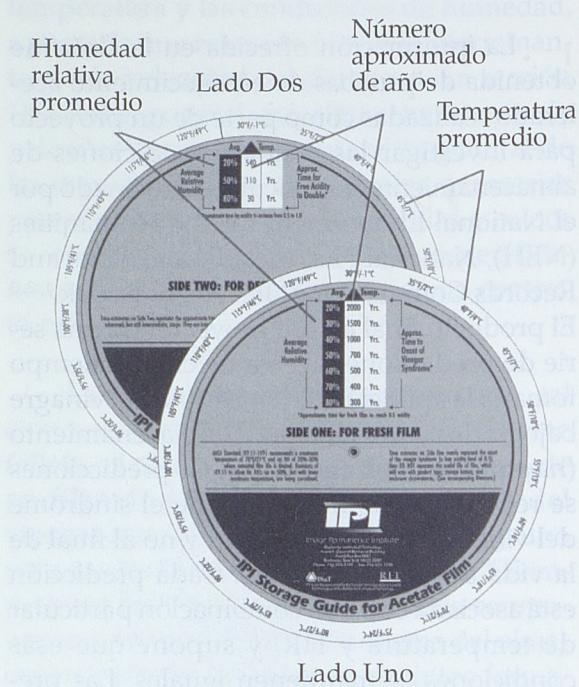
puede abandonar la película al evaporarse en el aire, o puede ser absorbida por los contenedores de almacenamiento. En otras situaciones puede verse atrapada, imposibilitada de salir de los empaques de almacenamiento. Si es atrapada, puede acelerar enormemente el proceso de deterioro. Las predicciones en la *Guía* fueron obtenidas de experimentos en los cuales las películas se mantuvieron en bolsas de aluminio herméticamente cerradas, de manera que representan un escenario de "caso extremo", donde la acidez se mantiene atrapada en la película.

El almacenamiento en la vida real puede ofrecer más oportunidades para que la acidez escape, y si ése es el caso, tardará más tiempo en ocurrir el síndrome del vinagre. Sin embargo, la mayoría de los depósitos de películas en la vida real tienden a ser más cerrados que abiertos. Las películas cinematográficas se almacenan generalmente en latas cerradas, y las películas en hojas se guardan con frecuencia en un lugar cerrado dentro de una caja o de una gaveta. A pesar de que el "factor de ácido atrapado" puede determinar en gran medida cuánto durará una película, si se evalúa el almacenamiento de películas con esta *Guía* (que presume el máximo de ácido atrapado), al menos no se sobreestimará la permanencia de la película y probablemente ésta se encontrará cercana a su comportamiento en la vida real.

Teniendo toda esta información, entonces, ¿qué tan útiles son los datos? Su verdadero valor radica en permitirnos comprender, de una manera general y relativa, cómo influyen la temperatura y la humedad sobre la velocidad con la cual ocurre el deterioro de una película. Los datos describen tendencias generales, pero no predicen el comportamiento específico de trozos determinados de película. En este sentido, funcionan como una tabla actuarial para una compañía de seguros: la compañía no tiene forma de saber a ciencia cierta cuándo morirá un individuo dado, pero sí tiene una buena idea acerca de cuánto tiempo vive la mayoría de las personas.

EL DISCO

Humedad relativa promedio



Número aproximado de años

Temperatura promedio

Ilustración 2: El disco

El disco muestra los resultados de las investigaciones acerca del "síndrome del vinagre", en un formato que facilita la evaluación del efecto de un almacenamiento en particular sobre la expectativa de vida de una película de acetato. Hace posible comparar la velocidad del deterioro en una gran variedad de condiciones, determinar cuál de todas las posibilidades de almacenamiento existentes es más adecuada para esa película, o considerar las distintas combinaciones de temperatura y HR con las que se logaría una expectativa de vida específica. El disco tiene dos caras (ver Ilustración 2). El lado uno está basado en la cantidad de años que tomaría a una película (nueva) de acetato para comenzar a deteriorarse, es decir, para llegar a una acidez de 0,5 (ver sección sobre Acidez libre) bajo diferentes condiciones de almacenamiento. El lado dos está basado en la cantidad de años que tomaría a una película "parcialmente" deteriorada (que ha alcanzado una acidez de 0,5) llegar a un nivel de acidez de 1,0 en distintas condiciones de almacenamiento. Alrededor de la rueda más grande del disco, se encuentra impreso por ambos lados un rango de temperaturas desde 30°F

(1°C) hasta 120°F (49°C). Contiguo a la ventana del lado Uno del disco, está impreso un rango de niveles de HR de 20% a 80%, en incrementos de 10%. El lado Dos tiene sólo tres valores de HR: 20%, 50% y 80%. El número de años predecibles para cada combinación de temperatura/humedad se ve reflejada en la ventana de cada lado.

EVALUANDO LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Supongamos, por ejemplo, que una colección de películas nuevas de acetato se encuentra almacenada en una habitación con aire acondicionado a una temperatura apropiada para las personas, 70°F (21°C), con una HR del 50% (supondremos que estas condiciones se mantienen durante todo el año, lo que no es fácil de lograr). La pregunta sería, ¿qué tan buenas son estas condiciones para las películas? Para encontrar la respuesta, consulte el lado Uno del disco (el lado azul), girando la rueda interna hasta que la flecha indique la temperatura en cuestión, en este caso, 70°F/21°C. Aparecerá una columna de números en la ventana. Seleccione ahora el valor de HR que interesa, en este caso 50%. Leyendo sobre la misma línea, vemos en la ventana la cantidad de años estimados para esas condiciones de almacenamiento antes del avinagramiento: en este caso, 40 años (ver Ilustración 3).

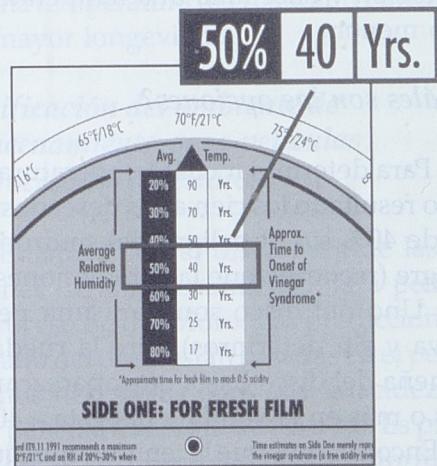


Ilustración 3: Detalles del lado Uno del disco colocado a 70°F/21°C

Para cada temperatura del lado Uno, se muestra la cantidad de años estimados hasta que el síndrome del vinagre comience a ser un problema, de acuerdo con siete valores distintos de humedad. Hay que notar que mientras más bajo es el nivel de HR (condiciones más secas) más largo será el tiempo estimado, mientras que si el nivel de HR es más alto (condiciones más húmedas), el tiempo estimado será más corto. Esto siempre será así, no importa cuáles sean los valores de temperatura, ya que la humedad de la habitación determinará la cantidad de agua que será absorbida por la película. El contenido de agua de la película desempeña un papel fundamental en las reacciones de deterioro; por consiguiente, mientras más alto sea el nivel de HR, más rápido será el deterioro.

Observe en la Ilustración 3 la diferencia entre los pronósticos con un 50% y un 20% de HR. A 20% de HR, la película por lo general se degrada apenas entre un tercio y la mitad de lo que se degrada a 50% de HR. No es buena idea someterla a niveles de HR por debajo de 20%, ya que, en ese caso, la película se reseca demasiado y se hace friable. De igual manera, tampoco es buena idea almacenar películas por encima del 50% de HR: como muestra la Ilustración 3, el tiempo de predicción para 70°F (21°C) y 80% HR es considerablemente más corto que a 70°F (21°C) y 50% HR. Además, la alta humedad no sólo promueve el síndrome del vinagre, sino que también favorece el desarrollo de hongos (si se mantiene la humedad al 70% o a un nivel más alto por un período prolongado), llevando a un daño irreversible en la gelatina de la emulsión.

La predicción para el lugar con temperatura de 70°F (21°C) y 50% de HR de nuestro ejemplo puede parecer sorprendentemente baja, sólo 40 años. Casi cualquier conservador de películas ha visto algunas de ellas que estén en buenas condiciones después de 40 años (igual que han visto otras que no se encuentran en buen estado después de ese lapso). Para entender la predicción de 40 años, recuerde que son los años aproximados

hasta que *comience* un deterioro que se pueda medir, y no la cantidad de años que tomaría a una película llegar a un gran estado de deterioro, cuando se encoge y se hace friable. Recuerde también que las predicciones suponen un máximo de "ácido atrapado" y que las películas en la vida real sufren cambios ambientales y no se mantienen siempre estables. A pesar de todas estas limitaciones, y no obstante el hecho de que la evidencia es anecdótica y no rigurosa, sí existe suficiente experiencia real con la película de acetato que confirma las tendencias generales de la *Guía*. Una película almacenada en condiciones más calientes que la temperatura ambiente efectivamente se deteriora en un promedio de 30 años, y una película mantenida durante 50 años en un ambiente más fresco, no muestra signos de deterioro. Las tendencias generales en la información de IPI han sido confirmadas por estudios de laboratorio similares realizados en Kodak^{4,5,6} y en el Politécnico de Manchester, en Inglaterra.^{7,8,9,10} Así que, a pesar de que las predicciones no deben ser tomadas literalmente, tampoco deben percibirse como poco realistas. Sin embargo, su importancia radica en que se puede recurrir a ellas para cuantificar de manera relativa qué tan bueno, o peor, es un medio ambiente de almacenamiento con relación a otro.

USANDO EL DISCO PARA PLANIFICAR UN NUEVO AMBIENTE DE ALMACENAMIENTO

El disco también es útil para planificar un nuevo ambiente de almacenamiento para películas. Por ejemplo, supongamos que una institución tiene la oportunidad de construir un nuevo depósito para su colección fotográfica, una colección que consiste en una diversidad de materiales, incluyendo películas, placas de vidrio, reproducciones en blanco y negro, etc. Ya que la colección posee cantidades considerables de película de acetato en forma de transparencias en colores y película en hojas en blanco y negro, uno de los objetivos del nuevo espacio es prevenir el síndrome del vinagre.

Lo primero que debe hacerse es decidir cuánto tiempo quiere la institución guardar su colección de películas. Esto permitirá el uso de la *Guía* para determinar cuáles condiciones de almacenamiento se relacionarán con la cantidad de años deseados antes de que aparezca el síndrome del vinagre. En nuestro ejemplo supondremos que la institución quiere que sus películas de acetato duren al menos cien años.

¿Es suficiente la temperatura ambiente?

Si todos los materiales de una colección deben coexistir en un mismo espacio de almacenamiento, se debe escoger una HR de 40% debido a los posibles problemas ocasionados a las láminas de vidrio en HR menor a 25%.¹¹ Pero, ¿cuál es la temperatura apropiada? La temperatura más conveniente es probablemente una temperatura ambiente cómoda, 72°F (22°C). Busque la temperatura más cercana a 72°F en el lado Uno del disco; en este caso es 70°F (21°C) (se muestra en la Ilustración 3). A pesar de ser una temperatura ligeramente más fresca que la que buscamos, está suficientemente cerca. Esos 70°F a 40% de HR nos dan como resultado un tiempo predecible de 50 años antes de que comience a manifestarse el síndrome del vinagre, sólo la mitad del tiempo que busca la institución. Obviamente, la temperatura ambiente no es la indicada para los requerimientos de la institución y hace falta una temperatura un poco menor.

¿Cuáles son las opciones?

Para determinar cuál temperatura daría como resultado los cien años deseados a una HR de 40% sin el peligro del síndrome del vinagre (recuerde que las predicciones en el lado Uno del disco son para una película nueva y sin deterioros), gire la rueda más pequeña del disco hasta que aparezcan cien años o más en la ventana opuesta a 40% de HR. Encontramos que la temperatura que deseamos es 60°F (16°C) (Ilustración 4, izq.). Si la colección contiene películas más viejas con una historia poco fiable de almacenamiento,

lo que llevaría al encargado de la colección a deducir que el proceso de deterioro ya ha comenzado, entonces podrá escogerse una temperatura un poco más fresca para proporcionar un pequeño "colchón" a esos cien años. Por ejemplo, a 55^0F (13^0C) y una HR de 40%, la predicción para la aparición del síndrome del vinagre será 150 años (Ilustración 4, der.).

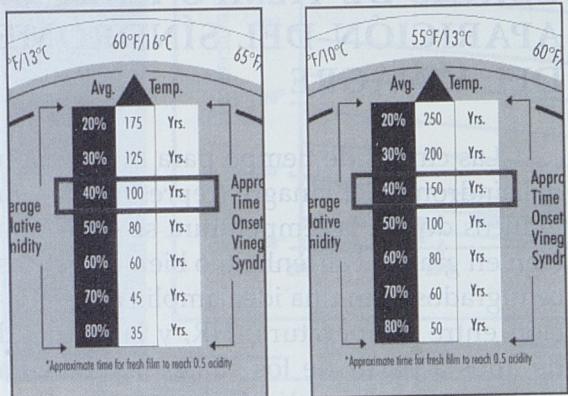


Ilustración 4: Detalles del lado Uno del disco colocado a 60^0F (izq.) y 55^0F (der.)

Sin embargo, si se sabe que ciertas películas en una colección ya están comenzando a deteriorarse (por el olor y la consistencia de la película), entonces la situación cambia. Una mejora en las condiciones de almacenamiento puede "estabilizar" esas películas de manera que mantengan su vida útil por un número mayor de años, pero se requerirá una temperatura más baja aún para lograr una mayor longevidad.

Planificación del ambiente de almacenamiento para películas en proceso de deterioro

El lado Dos del disco trata de las condiciones de almacenamiento para películas en proceso de deterioro. Las predicciones en este lado del disco están basadas en el período de años necesarios para que la acidez libre de la película aumente de 0,5 a 1,0. Es preciso explicar estas cifras (para mayor información ver en la página 13, las observaciones acerca del comportamiento del síndrome del vinagre). En el nivel de acidez libre de 0,5, la

película puede oler a ácido acético, pero todavía es perfectamente utilizable; en el nivel de acidez libre de 1,0 ocurre lo mismo, pero el olor puede ser un poco más fuerte. No es sino hasta que la película alcanza un nivel de acidez libre de 5,0 cuando ocurren cambios (friabilidad, dobladuras) que impiden que ésta sea utilizable.

Todo esto quiere decir que un nivel de 1,0 de acidez libre no significa que comienzan a suceder repentinamente cosas terribles, sólo indica que el proceso de deterioro ha aumentado. El nivel de acidez es el doble, pero todavía falta mucho tiempo antes de que la película esté arruinada y sea inútil. Lo importante es saber cómo pueden usarse las condiciones de almacenamiento para retardar el proceso de deterioro, y uno puede hacerse una idea bastante buena al respecto con las predicciones del tiempo necesario para pasar de 0,5 a 1,0 de acidez libre.

Regresando a nuestro ejemplo de escoger las condiciones de almacenamiento para una colección mixta, si algunas de las películas de acetato ya se encuentran en proceso de deterioro, puede usarse el lado Dos del disco para determinar cuál sería el impacto del progreso de deterioro de esas películas con unas condiciones de 60^0F (16^0C) y 40% de HR. Gire la pieza más pequeña del disco en el lado Dos hasta que indique 60^0F (16^0C), y busque el valor de HR más cercano a 40% al lado izquierdo de la ventana (Ilustración 5, lado izq.). El lado Dos tiene sólo tres valores de HR (20%, 50% y 80%), de manera que en este caso tendremos que buscar un valor intermedio entre 20% y 50%. A una temperatura de 60^0F (16^0C), con 50% de HR, la acidez libre se duplicará en 10 años; con 20% de HR, esto ocurrirá en 45 años. Ya que el valor de 40% de HR está más cercano al valor de 50%, puede estimarse que tomará alrededor de 20 ó 25 años para que la acidez libre se duplique en películas que se mantengan en condiciones ambientales de 60^0F (16^0C) y 40% de HR.

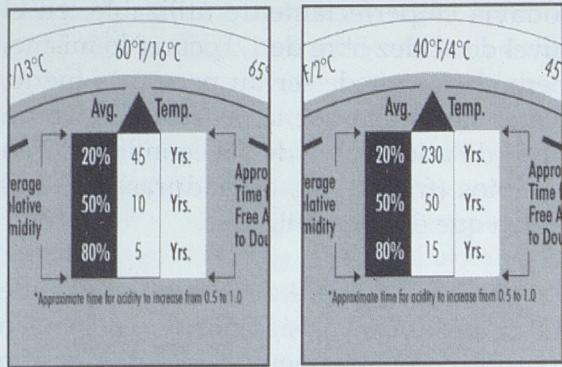


Ilustración 5: Detalles del Lado Dos del Disco colocado para 60 F (izq.) y 40 F (der.)

Esto es alentador, pero, supongamos que la institución desea cien años de vida útil para las películas que ya están en proceso de deterioro (recuerde que una vez friable, no puede hacerse nada para revertir el deterioro, pues la prevención es el único método efectivo de preservación). Al girar la rueda más pequeña del disco en el lado Dos hasta llegar a 40°F (4°C), la ventana nos muestra que, con 50% de HR, la predicción es de 50 años antes de que la acidez aumente de 0,5 a 1,0 bajo esas condiciones de baja temperatura (Ilustración 5, lado der.). Pero, al interpolar a 40% de HR, la predicción será de cien años aproximadamente. De ese modo, la institución puede manejar la razonable expectativa de que un ambiente con una temperatura de 40°F (4°C) y con una HR de 40%, propiciará el logro de un siglo de vida útil adicional, incluso para aquellas películas que se encontraban en los estadios iniciales de degradación (en un nivel de acidez de 0,5).

Película a color

Por supuesto que el síndrome del vinagre es sólo una de las consideraciones a tomar en cuenta cuando se escoge el ambiente ideal para el almacenamiento de una colección de fotografías. En nuestro ejemplo hipotético también se incluye la película a color, cuya decoloración depende en gran medida de la temperatura y la HR; pero no existe todavía un "disco" para este tipo de película. La decisión de mantener una temperatura

más baja que la del ambiente beneficiará también a las películas e impresiones a color.¹² Muchas instituciones han optado por condiciones frías de almacenamiento para prevenir simultáneamente tanto la decoloración de las imágenes como el deterioro de la base de acetato.

CURVAS DE TIEMPO PARA LA APARICIÓN DEL SÍNDROME DEL VINAGRE

Las curvas de tiempo para la aparición del síndrome del vinagre (representadas en gráficos donde la temperatura se expresa o bien en grados Fahrenheit, o bien en grados centígrados) dan una idea amplia de la relación entre temperatura, HR, y la cantidad de años a partir de los cuales comienza a deteriorarse una película nueva (ver Ilustración 6). Cada línea inclinada del gráfico está marcada con un período de tiempo determinado (un año, cinco años, etc.); cualquier punto en una de estas líneas representa una combinación de HR/temperatura para la cual se obtendría los años de expectativa de vida señalados para dicha línea. Por ejemplo, cien años de expectativa de vida se podrían obtener con 70°F (21°C) y 20% de HR, o con 48°F (9°C) y 80% de HR, o con cualquier otra de las diversas combinaciones intermedias. Este gráfico hace posible la visualización de las tendencias generales con una simple mirada, como por ejemplo, qué tan corta puede ser la vida útil de una película si se almacena en lugares calientes y húmedos, y cuánto tiempo puede ser almacenada en condiciones secas y frías (15 siglos a 30°F/1°C y 20% de HR).

Es importante entender que estas curvas de tiempo son útiles para obtener una aproximación rápida de las relaciones entre la temperatura, la humedad, y el inicio del síndrome del vinagre. No intente leer "entre líneas". Con este tipo de gráfico la interpolación entre líneas es difícil debido a que los intervalos de tiempo no son uniformes; para

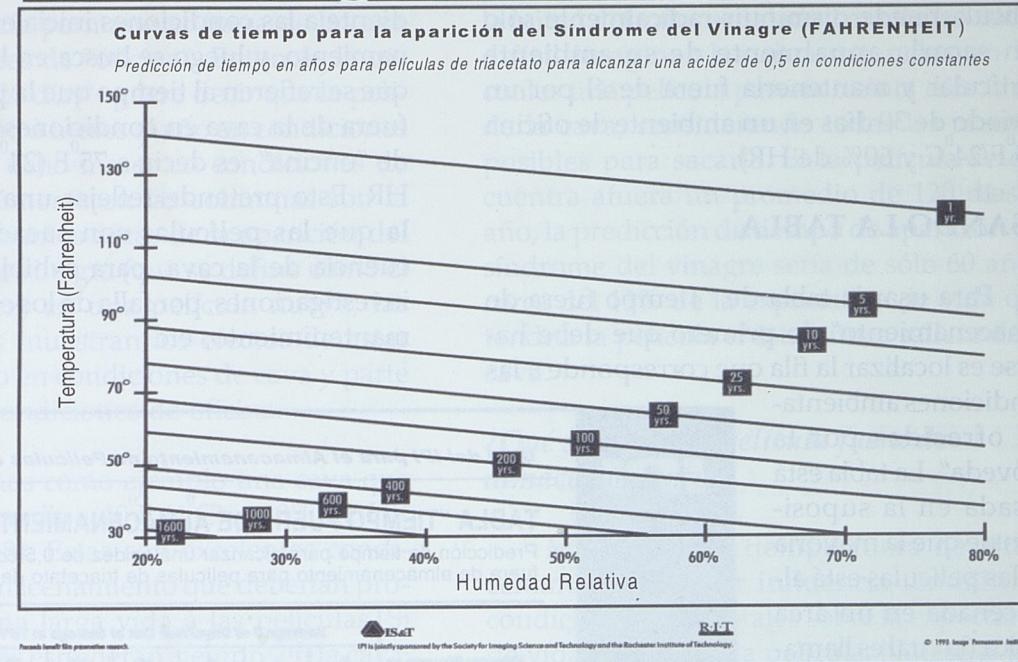
Guía del IPI para el Almacenamiento de Películas de Acetato

Ilustración 6: Curvas de tiempo para la aparición del Síndrome del Vinagre

averiguar una expectativa de vida asociada con unas condiciones particulares, utilice el disco o la tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento". (Ilustración 7)

Las curvas de tiempo muestran los rangos extremos de expectativas de vida posibles con película de acetato. Estos van desde muy corto (sólo un año a 130° F/54° C y 50% de HR) hasta muy largo (más de 1000 años a 30° F/ -1° C) y 50% de HR). Es posible conseguir expectativas de vida incluso mayores a temperaturas todavía más bajas, pero períodos de tiempo de más de diez siglos son un poco irreales, a pesar de que sabemos de objetos que tienen tres o cuatro milenios. Las líneas inclinadas hacia abajo del gráfico de "Curvas de Tiempo" muestran cómo la HR afecta la vida útil de una película: mientras más alta sea la HR, más corta será la vida de la película.

LA TABLA DE "TIEMPO FUERA DE ALMACENAMIENTO"

Incluso si una colección posee un medio ambiente de almacenamiento especial, como el brindado por una bóveda de almacenamiento en frío, los objetos no siempre permanecen dentro de ellos. Pueden por ejemplo encontrarse fuera de almacenamiento porque están siendo utilizados, o bien para limpiar el depósito, o por cualquier otro motivo. La tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento" (Ilustración 7) proporciona información parecida a la que se encuentra en el disco, pero con la información adicional del "Tiempo fuera de almacenamiento", para mostrar (haciendo uso de una propuesta de Mark McCormick-Goodhart, investigador del Smithsonian's Conservation Analytical Laboratory) cómo se ve afectada la expectativa de vida de una película cuando ésta es sacada de su ambiente y utilizada a temperatura ambiente por un período de tiempo determinado. Los efectos de una permanencia fuera del ambiente de almacenamiento

durante un cierto período de tiempo pueden ser llegar a ser severos. La vida útil de la película puede disminuir radicalmente sólo con sacarla anualmente de su ambiente particular y mantenerla fuera de él por un período de 30 días en un ambiente de oficina ($75^{\circ}\text{F}/24^{\circ}\text{C}$ y 60% de HR).

USANDO LA TABLA

Para usar la tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento", lo primero que debe hacerse es localizar la fila que corresponde a las condiciones ambientales ofrecidas por la "bóveda". La tabla está basada en la suposición de que la mayoría de las películas está almacenada en un área básica (la cual es llamada la "cava", a pesar de que puede ser una habitación normal, una bóveda especial, un refrigerador, o cualquier otro lugar de almacenamiento). Lo que importa es la temperatura y la HR de este lugar básico, o las "condiciones de cava" donde usualmente se mantiene esta película. Las tres columnas del lado izquierdo de la tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento" están agrupadas bajo el título: "Condiciones del depósito principal o de la cava". Las primeras dos columnas corresponden a valores de temperatura (los cuales se muestran tanto en grados centígrados como en grados Fahrenheit), la tercera contiene valores de HR.

Para usar la tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento", se busca la fila correspondiente a las condiciones iniciales de almacenamiento, y luego se busca en las columnas que se refieren al tiempo que la película pasa fuera de la cava en condiciones ambientales de "oficina", es decir, a 75°F (24°C) y 60% de HR. Esto pretende reflejar una realidad en la que las películas son sacadas con frecuencia de la cava, para exhibiciones, para investigaciones, por falla de los equipos, para mantenimiento, etc.

Guía del IPI para el Almacenamiento de Películas de Acetato

TABLA "TIEMPO FUERA DE ALMACENAMIENTO"

Predicción de tiempo para alcanzar una acidez de 0,5 con tiempo fuera de almacenamiento para películas de triacetato de celulosa

Primary Storage or "Vault" Conditions			Average # of Days/Year Out of Storage at $75^{\circ}\text{F}/60\%$ RH							
			0 Days	1 Day	5 Days	10 Days	30 Days	90 Days	120 Days	
Temperature			Time in Years to Reach 0.5 Acidity							
$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	%RH								
21	70	20	90	90	80	80	70	50	40	
21	70	40	50	50	50	50	45	35	35	
21	70	60	30	30	30	30	30	25	25	
16	60	20	175	175	175	150	100	60	50	
16	60	40	100	100	100	90	80	50	45	
16	60	60	60	60	60	60	50	40	35	
10	50	20	400	350	300	250	150	70	60	
10	50	40	200	200	200	175	125	70	50	
10	50	60	125	125	100	100	90	60	50	
4	40	20	800	800	500	400	200	80	60	
4	40	40	450	450	350	300	175	70	60	
4	40	60	250	250	200	200	125	70	50	
-1	30	20	2000	1500	900	600	250	80	60	
-1	30	40	1000	900	600	450	200	80	60	
-1	30	60	500	500	400	300	175	80	60	
-9	15	20	>3500	3500	1250	700	250	80	60	
-9	15	40	3500	2500	1000	600	250	80	60	
-9	15	60	1750	1500	800	500	250	80	60	
-18	0	20	>>3500	>3500	1500	700	250	80	60	
-18	0	40	>>3500	>3500	1500	700	250	80	60	
-18	0	60	>3500	3500	1250	700	250	80	60	
-26	-15	20	>>3500	>3500	1500	800	250	80	60	
-26	-15	40	>>3500	>3500	1500	800	250	80	60	
-26	-15	60	>>3500	>3500	1500	700	250	80	60	

Image Permanence Institute
Rochester Institute of Technology, 70 Lomb Memorial Drive, Rochester, NY 14623-5604
Phone: 716-475-5199 Fax: 716-475-7230

Isat™
IPI is jointly sponsored by the Society for Imaging Science and Technology and the Rochester Institute of Technology.

RIT
© 1995 Image Permanence Institute

Ilustración 7: Tabla de "Tiempo fuera de Almacenamiento"

Cada encabezamiento de columna tiene el número promedio de días al año que la película podría permanecer fuera de la cava en condiciones de "oficina". Entonces la columna de "120 días" quiere decir que la película pasa cuatro meses al año en condiciones de oficina y ocho meses en condiciones de cava. Los números en las columnas son la predicción en años antes de la aparición del síndrome del vinagre (que se define como el 0,5 de acidez) en una película nueva; las predicciones muestran los efectos de estar parte del año en condiciones de cava y parte del año en condiciones de oficina.

Pongamos como ejemplo una cava que está funcionando a 40°F (4°C) y 40% de HR (Ilustración 8). Estas son excelentes condiciones de almacenamiento que deberían proporcionar una larga vida a las películas. Si estas películas estuvieran siempre en la cava, entonces la predicción de tiempo antes de la aparición del síndrome del vinagre sería 450 años. La columna en la tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento" marcada como "0 días" repite las mismas predicciones que el lado Uno del disco; esto simplemente quiere decir que la película nunca sale de la cava. Mirando a través de la misma fila, la cantidad de años va disminuyendo radicalmente de 450 a 60, a medida que aumenta la cantidad de días por año que la película permanece fuera del lugar de almacenamiento.

Con 30 días al año fuera de la cava las predicciones son sólo de 175 años, menos de la mitad del valor señalado para 0 días. No es difícil imaginar las circunstancias en las cuales una película pasaría treinta días fuera de la cava, considerando todas las razones posibles para sacarla. Si la película se encuentra afuera un promedio de 120 días al año, la predicción de tiempo de aparición del síndrome del vinagre sería de sólo 60 años, cerca del 13% de la expectativa de vida que tendría la película si ésta nunca saliese de la cava.

¿Qué sucede a la película fuera de almacenamiento?

Mientras más tiempo fuera de almacenamiento, mayor influencia tendrán las condiciones ambientales sobre la expectativa de vida general de la película. Nótese al leer hacia abajo la columna marcada "120 días" fuera de almacenamiento (Ilustración 7), que hay muy poco o ningún beneficio teniendo una cava de almacenamiento con temperaturas por debajo de 50°F (10°C). El tiempo pasado en condiciones de oficina determina la expectativa de vida de la película. No importa qué tanto más fría de 50°F (10°C) se encuentre la cava, los cuatro meses al año a 75°F (24°C) y 60% de HR determinarán que sólo pasen 60 años antes de que comience el síndrome del vinagre.

Almacenamiento primario o condiciones en la "cava"			# Promedio de días/años fuera de almacenamiento a $75^{\circ}\text{F}/60\%$ RH						
			0 días	1 día	5 días	10 días	30 días	90 días	120 días
Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Temperatura $^{\circ}\text{F}$	% HR	Tiempo en años para alcanzar una acidez de 0,5						
4	40	20	800	800	500	400	200	80	60
4	40	40	450	450	350	300	175	70	60
4	40	60	250	250	200	200	125	70	50

Ilustración 8: Detalle de la tabla de Tiempo fuera de Almacenamiento que muestra una condición del depósito preliminar a $40^{\circ}\text{F}/4^{\circ}\text{C}$

El impacto en la expectativa de vida de la película con condiciones de almacenamiento mixtas, dependerá por supuesto de la temperatura y HR de ambas áreas. La tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento" está basada en condiciones ambientales de oficina de 75°F (24°C) y 60% de HR. Las predicciones de la tabla serán diferentes con otras condiciones climáticas de oficina. IPI está en capacidad de crear una tabla a la medida basada en distintas condiciones, y cualquier institución puede hacer el contacto directo con IPI para esos casos.

DETERIORO QUÍMICO DE LAS BASES DE LAS PELÍCULAS

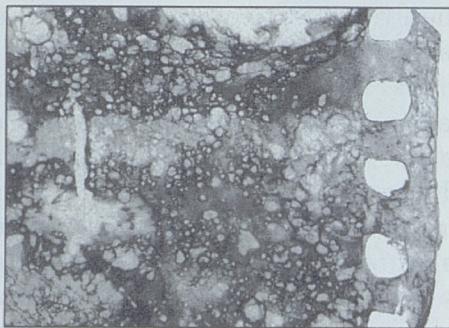


Ilustración 9: Gelatina destruida de una película de cine en 35mm con base de nitrato deteriorada

DETERIORO QUÍMICO DEL NITRATO

Muchos conservadores conocen el lento deterioro químico de las películas de nitrato de celulosa,^{13, 14} pero suponen que la película de acetato de celulosa (llamada película "de

seguridad") es algo totalmente diferente. La realidad es que ambas películas tienen una tendencia estructural a la descomposición; ambos materiales plásticos son formas modificadas de celulosa y ambas tienen una lamentable tendencia a ser transformadas por el mismo tipo de procesos químicos. Para fabricar inicialmente plástico de nitrato, se insertan grupos de nitrógeno (NO₂) en largas cadenas moleculares de celulosa original.¹⁵

Siempre y cuando estos "grupos secundarios" se mantengan sin cambios, no habrá pasado nada. Pero en presencia de humedad, ácidos y calor, dichos grupos tienden a separarse, liberando los grupos iniciales de nitrógeno.¹⁶ Los grupos de nitrógeno son sustancias muy dañinas: tienen una naturaleza profundamente ácida y oxidante. Debido a sus fuertes vapores ácidos, las láminas de plata se desvanecen, las de gelatina se hacen suaves y pegajosas, las latas de película se oxidan y los envoltorios de papel se hacen friables.¹⁷ Pero eso es el nitrato, un triste relato contado ya muchas veces. ¿Cuál es la diferencia en la degradación de ambos materiales y qué papel juega el síndrome del vinagre?

PELÍCULAS DE ACETATO Y EL SÍNDROME DEL VINAGRE

El síndrome del vinagre es un problema que afecta sólo a materiales plásticos de acetato de celulosa.¹⁸ En las películas de acetato los "grupos secundarios" no son de nitrógeno (NO₂) sino de acetilo (CH₃CO). Ver Ilustración 10. Al igual que con el nitrato,

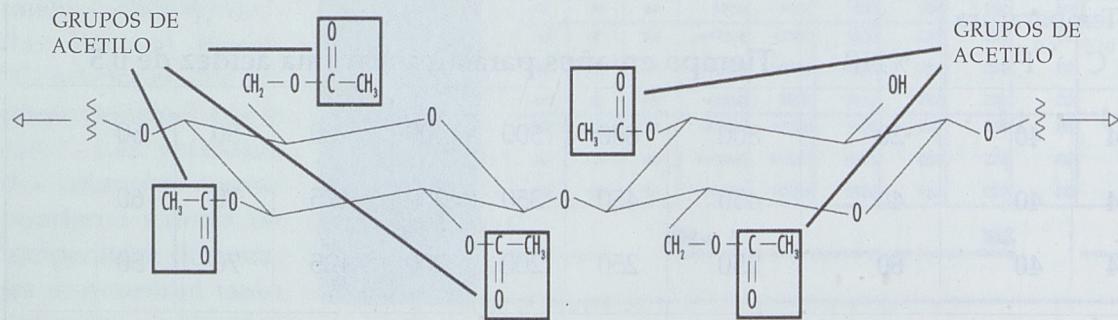


Ilustración 10: Porción de una cadena de acetato de celulosa. Muestra dos unidades; la molécula continúa

todo está bien, siempre que los grupos de acetilo se mantengan insertos a las moléculas de celulosa. Y de igual manera, estos grupos pueden desprenderse debido a la humedad, la acidez y el calor, sólo que en este caso se libera ácido acético libre.

El ácido acético es liberado dentro del plástico, pero se difunde gradualmente a la superficie, ocasionando un olor fuerte muy conocido: el olor a vinagre (que de hecho es una solución de 5% de ácido acético en agua). La cantidad de ácido acético que puede ser generado por una película en estado de descomposición es sorprendentemente grande; expresándolo en cucharaditas de vinagre casero, en estados avanzados de descomposición pueden encontrarse nueve cucharaditas o más de vinagre por cada cuatro pies (1,3 m) de película de 35mm. Una lata típica de 1.000 pies de película de 35mm puede generar tanto ácido acético como el equivalente a 250 cucharaditas de vinagre casero.

Podemos decir que las películas de nitrato de celulosa y acetato de celulosa se asemejan en el sentido de que ambas son formas modificadas de celulosa, y las dos pueden descomponerse en presencia de calor, humedad y ácidos. No sorprende entonces que el medio ambiente de almacenamiento adecuado para el nitrato también lo sea para el acetato y viceversa.^{1,2} Sin embargo, los síntomas de deterioro, cuando ocurren, son diferentes en los dos tipos de película.

Los efectos del ácido acético libre

Las propiedades oxidantes y acídificantes de los grupos de nitrógeno liberados ya han sido descritas; pero, ¿cuáles son los efectos del ácido acético libre? De alguna manera, son menos dañinos. El ácido acético no es un ácido fuerte (no oxida latas de manera radical a menos que esté presente en grandes cantidades). No es un oxidante fuerte, de manera que las láminas de plata no adquieren tonalidades rojas y naranjas como sucede comúnmente con la descomposición del nitrato. En casos extremos, el síndrome del

vinagre puede ocasionar un ablandamiento de la gelatina, pero en general, las emulsiones de películas de acetato en descomposición se mantienen en mejor estado que las películas de nitrato en iguales condiciones. No existe mucha película a color con base de nitrato, pero un efecto de la generación de ácido acético en las películas de acetato es el de acelerar la velocidad de decoloración de algunos pigmentos en películas de color.

CÓMO RECONOCER EL SÍNDROME DEL VINAGRE

Olor a vinagre

El olor a vinagre es tal vez el síntoma más obvio del deterioro de la base de acetato, pero no es el único. Si un olor desagradable fuera la única consecuencia que esto tiene, muchas películas deterioradas todavía existirían. Lamentablemente, ocurren otros cambios químicos y físicos cuando los grupos de acetilo se separan. El olor a vinagre es una advertencia de que está ocurriendo un proceso de deterioro químico en la base de la película de acetato.

Friabilidad

Uno de los cambios físicos que ocurre en la etapa avanzada de deterioro es la friabilidad de la base plástica: un material anteriormente flexible y fuerte se hace débil y quebradizo a la menor manipulación. El acetato de celulosa está compuesto por una larga cadena de unidades que se repiten (es un polímero de cadena larga). Cuando el ácido acético es liberado a medida que se desprenden los grupos de acetilo, el ambiente ácido contribuye a separar los vínculos entre las unidades, acortando las cadenas de polímeros y ocasionando la friabilidad.

Encogimiento

Otra consecuencia de la descomposición de la base de acetato es el encogimiento. Al separarse las cadenas de polímeros en partes más pequeñas y al dividirse los grupos

secundarios (formando literalmente moléculas más pequeñas), la base plástica de la película comienza a encogerse. Si bien la película puede encogerse por razones distintas al deterioro (ocurre un pequeño encogimiento a través del tiempo por la pérdida de solventes en la base), el encogimiento severo es resultado del síndrome del vinagre. Un encogimiento mayor del 1% es suficiente para occasionar verdaderos problemas en películas de cine.

En etapas avanzadas de deterioro, el encogimiento puede ser de hasta 10%, un porcentaje enorme. La base de acetato se hace mucho más pequeña, mientras que, con frecuencia, no ocurre lo mismo con la emulsión de gelatina (ésta no sufre un proceso de deterioro y permanece sin cambios). El resultado es que algo debe ceder y, eventualmente, la unión entre la emulsión y la base se debilita en ciertas áreas, aliviando la tensión ocasionada por el encogimiento de la base. La emulsión se dobla o arruga de una manera que los conservadores describen como "estríamiento". Con frecuencia las películas en hojas (4x5, 8x10, etc; es decir, 10x13 cm², 18x25 cm², etc.) con frecuencia se estrían severamente en las últimas etapas de degradación del acetato (ver Ilustración 11).



Ilustración 11: Encogimiento producido por el deterioro en láminas de acetato, ocasiona que la emulsión se arruge y se separe de la base plástica de la película.

Algunas veces la película se rompe a medida que va arrugándose. Las películas en hojas tienen gelatina en ambas caras de la base. La gelatina en el lado que no posee emulsión está allí primordialmente para controlar la ondulación, pero cuando ocurre el encogimiento, ésta se arruga y estría al igual que la emulsión.



Ilustración 12: Microfilme de acetato de 35mm presentando friabilidad y encogimiento.

Puesto que usualmente la emulsión de gelatina se mantiene intacta a través del proceso de deterioro, es posible salvar la imagen separando con solventes la emulsión de la base encogida cuando se trata de película en hojas. Una vez que está libre de su soporte original, la imagen puede alisarse y fotografiarse, o bien transferirse a un nuevo soporte. Además de ser un proceso delicado y potencialmente peligroso (debido a los solventes que se utilizan), resulta costoso cuando se trata de una colección grande. Esta técnica funciona incluso cuando la emulsión está rota, y cuando se trata de imágenes muy importantes, se justifica el costo de este tipo de restauración. Lamentablemente, el costo es muy alto para la mayoría de las imágenes. Por otra parte, las películas de cine no pueden restaurarse de este modo.

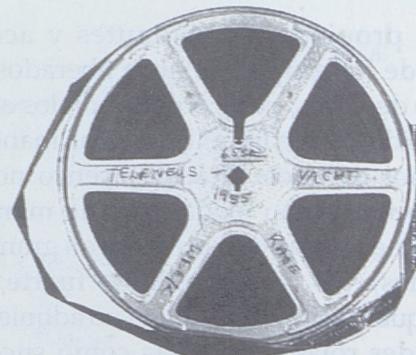


Ilustración 13: Película de cine en 16mm con base de acetato presentando friabilidad y encogimiento.

Cristales o burbujas en la película

Otra consecuencia del deterioro de la base es la aparición en la emulsión de depósitos cristalinos o de burbujas llenas de líquido.¹⁸ Esto constituye una evidencia de que los plastificantes (aditivos a la base plástica) se vuelven incompatibles y exudan hacia la superficie. Pueden aparecer indistintamente en el lado de la emulsión o en el de la base. Los plastificantes son aditivos químicos que se mezclan con el acetato de celulosa durante la fabricación, y normalmente están distribuidos a través de todo el soporte plástico.⁵



Ilustración 14: Lámina de película de acetato deteriorada presentando estríamiento y protuberancias redondas de plastificante cristalizado bajo la emulsión de gelatina.

Los plastificantes ocupan entre el 12% y el 15% del peso de la película. Ellos cumplen un doble propósito. Su función principal es retardar el proceso de quemado de la película, si alguna vez ésta se incendiara. Las tragedias ocurridas debido al alto poder inflamable de las películas de nitrato (ocasionando siniestros que destruyeron colecciones completas y cobraron vidas humanas) hicieron que la industria de la fotografía fuese muy cuidadosa con las propiedades inflamables de las películas "de seguridad".^{19,20} El alto contenido de plastificantes en las películas de acetato

es un reflejo del deseo de hacer que este tipo de película sea lo menos inflamable posible. La segunda función de los plastificantes es reducir la inestabilidad dimensional de la película debido a la pérdida de solvente o a los cambios de humedad.



Ilustración 15: Acercamiento de las protuberancias redondas de plastificante sólido y cristalino que se encuentran normalmente en las láminas de películas de acetato deterioradas.

Todas las películas celulósicas se encogen en climas secos y se expanden con la humedad, y una labor importante de los plastificantes es la de reducir este comportamiento (las películas de nitrato también contienen plastificantes que exudan hacia la superficie a medida que aumenta el proceso de deterioro).



Ilustración 16: Burbujas de plastificante líquido que se han formado bajo la emulsión en una lámina de película de acetato deteriorada.

En el momento de la fabricación, las películas de acetato retienen los plastificantes sin problemas. Pero al ocurrir un deterioro, la capacidad de la base para retener los plastificantes se reduce y éstos exudan fuera de aquélla, cristalizándose posteriormente en la superficie. Comúnmente, estos cristales toman forma de agujas que se derriten con un poco de calor y que se recristalizan cuando la fuente de calor es retirada. En algunas películas, el plastificante exuda en forma de líquido y se crean burbujas debajo de la emulsión, típicamente en el centro de la película. La exudación de los plastificantes está asociada con las etapas más avanzadas del deterioro.

Color azul o rosado en películas en hojas deterioradas

Otra consecuencia del síndrome del vinagre es la aparición de una coloración azul o rosada en algunas láminas de película.¹⁸ Esto es ocasionado por pigmentos que se encuentran dentro de la capa de gelatina que cubre la parte posterior de la lámina. Estos pigmentos son llamados "antihalo" pues evitan la aparición de halos en la imagen*. Se supone que estos pigmentos pierden el color cuando la película es procesada, pero cuando se forma el ácido acético durante el proceso de deterioro, este ambiente ácido hace que los pigmentos retornen a sus colores originales, ya sean rosados o azules (el color rosado se encuentra en algunas películas Kodak, mientras que el azul se encuentra en películas Agfa y Ansco).

* Los halos son círculos indeseables de luz que se manifiestan alrededor de un objeto iluminado en la imagen, como por ejemplo un poste de luz en la noche. Este es un efecto molesto e irreal ocasionado por la reflexión de la luz fuera de la base durante la exposición. La cubierta de gelatina en la parte posterior de las láminas de película es un lugar conveniente para colocar pigmentos que absorban esta luz no deseada y eviten la formación de halos en la imagen.

EL COMPORTAMIENTO DEL SÍNDROME DEL VINAGRE

Es útil entender la progresión del deterioro del acetato para poder analizar las condiciones de la película con más conocimiento de causa. De todos los cambios ocasionados por la degradación, normalmente el primero es el olor a vinagre. La Ilustración 17 muestra cómo se acumula la acidez en la película a través del tiempo. Lo importante es la forma de esta curva, pues describe cómo la acidez es casi inexistente al comienzo, y cómo luego se acumula progresiva y lentamente en el transcurso de un largo período de tiempo. Después que el nivel de acidez llega hasta cierto punto, el aumento de la misma se hace repentinamente muy rápido. Antes de este punto la acidez aumenta muy despacio, después de alcanzado el mismo se generan grandes cantidades de ácido en un corto período de tiempo.

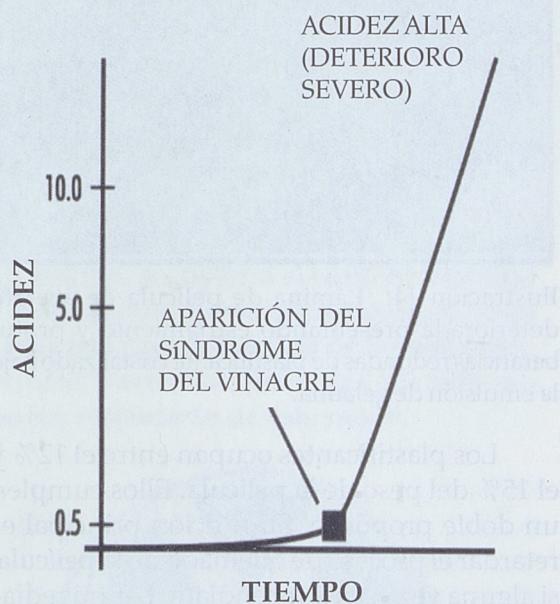


Ilustración 17: Curva de tiempo vs. acidez libre para películas de acetato. La parte autocatalítica de la curva ocurre alrededor de 0,5 de una acidez libre, punto escogido como la base para las predicciones del comienzo del síndrome del vinagre en esta Guía

CÓMO AFECTAN LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EL AVANCE DEL DETERIORO

La razón por la cual el deterioro sigue esta progresión es fácil de entender. Recuerde que el ácido acético se forma cuando los "grupos secundarios" se separan de las moléculas de acetato (Ilustración 10). Existen tres factores que inducen estos cambios: el calor, la humedad y el ácido. En la primera etapa ("período de inducción", antes del agudo aumento de la curva) hay muy poco ácido presente, de manera que **la rapidez de la reacción está determinada principalmente por el calor y la humedad**. Durante esta larga y lenta acumulación, el medio ambiente de almacenamiento juega un papel decisivo. La temperatura de ese ambiente determina cuánta energía calórica está disponible para impulsar el deterioro. De igual manera, la cantidad de humedad presente en la película está determinada por la humedad relativa del área de almacenamiento. En tal sentido, puede depender de los factores ambientales si el período de inducción será largo (tardando tal vez siglos) o corto (sólo unas décadas).

COMPORTAMIENTO AUTOCATALÍTICO EN PELÍCULAS DETERIORADAS

El súbito aumento en la curva de tiempo vs. acidez representa el punto en el cual la acidez se convierte en otro factor determinante, junto con la humedad y el calor, en la rapidez del deterioro. A pesar de que el ambiente sigue favoreciendo la velocidad de degradación, **mientras más avanza el proceso de deterioro, la rapidez de la reacción estará más influenciada por la presencia de acidez**. La razón de esto es que ahora la reacción se alimenta de sí misma, demostrando lo que los científicos llaman comportamiento *autocatalítico*. Un catalizador es una sustancia que acelera una reacción química pero que no se consume con ésta. Cuando una reacción es catalizada por

ácidos (como ocurre en las películas de acetato) y el ácido es un producto de la reacción misma, estamos en presencia de un sistema autocatalítico. El ácido acético liberado a medida que los grupos de acetilo se separan cataliza la eliminación de otros grupos secundarios, y todo el proceso se convierte en una bola de nieve.



Ilustración 18: Estadios avanzados del deterioro del acetato implican friabilidad y arrugas de la emulsión, pero la imagen de plata normalmente se mantiene en buenas condiciones.

ACIDEZ LIBRE - LA MEJOR MANERA DE MEDIR EL DETERIORO

El aumento repentino observado en la curva de tiempo vs. acidez de la Ilustración 17 se llama *punto autocatalítico*. Está señalado con un valor de 0,5, lo cual amerita cierta explicación. El número 0,5 es una medida de la "acidez libre" en la base de la película; la

acidez libre no es lo mismo que el valor pH. Representa la cantidad total de ácido presente en la base de la película*. La norma ANSI IT9.1-1992 especifica el método utilizado para obtener las medidas de acidez libre. Durante el proyecto de investigación de IPI sobre el deterioro del acetato, se utilizó el método ANSI para medir la acidez libre en la base de la película. Todos los componentes de esta *Guía* (el Disco, las "Curvas de Tiempo", y la tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento") se basan en medidas de acidez libre. La acidez libre parece ser la medida más sensible y segura de la degradación del acetato, y por eso la *Guía* se fundamenta en ella.

Algunos de los valores más destacados de la escala de acidez libre son 0,05 (un nivel muy bajo de acidez que se encuentra comúnmente en las películas recién fabricadas) y 0,5 (que, como hemos visto, está cercano al punto autocatalítico). Las etapas avanzadas de deterioro (las cuales se caracterizan por la emisión de un fuerte olor, encogimiento, arrugas y exudación del plastificante) tienen con frecuencia niveles de acidez libre de 5,0 a 10,0, y algunas veces más altos (ver Ilustración 17). En el nivel de acidez libre de 0,5, la película olerá a vinagre, pero puede no tener ningún otro síntoma de deterioro y sigue por tanto siendo perfectamente utilizable. Sin embargo, la película se deteriorará con bastante rapidez a partir de ese punto a menos que sea mantenida en un ambiente de almacenamiento de baja temperatura y baja HR, como se muestra en el lado Dos del disco.

* Los valores de acidez libre derivan realmente del volumen de álcali necesario para neutralizar completamente la acidez de la base de la película.

EL OBJETIVO DE UN BUEN ALMACENAMIENTO: MANTENER LA ACIDEZ LIBRE EN NIVELES BAJOS

El lado Uno del disco, las "Curvas de Tiempo", y la tabla de "Tiempo fuera de almacenamiento" están basadas en predicciones, derivadas de un proceso de envejecimiento acelerado, acerca de la cantidad de años (a una temperatura y HR constantes) que pasarán antes de que una película alcance el nivel 0,5 de acidez libre. Conocer la importancia del punto autocatalítico de 0,5 en el resultado final de la degradación ayuda a entender las predicciones del disco. **El objetivo de un buen almacenamiento es evitar en principio que las películas alcancen el punto autocatalítico de 0,5, pues, a partir del momento en que esto ocurra, la vida útil de dichas películas será corta, especialmente si son mantenidas a temperatura ambiente.**

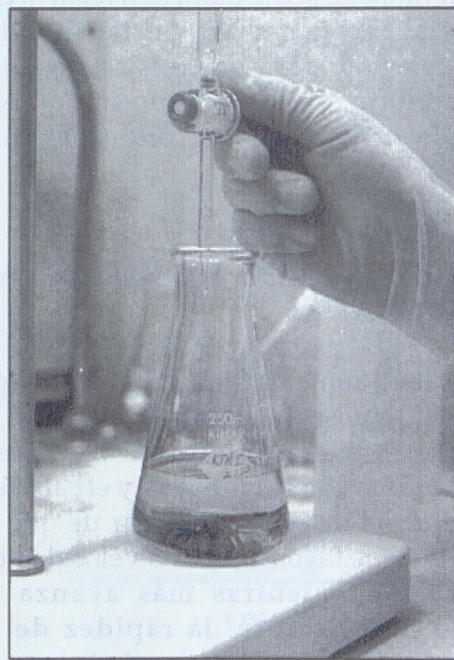


Ilustración 19: Midiendo la acidez libre en el laboratorio

Los mismos tipos de modelos matemáticos de pronóstico utilizados en las pruebas de envejecimiento acelerado a fin de predecir la cantidad de años que hacen falta para

alcanzar el nivel de 0,5 de acidez libre, también pueden servir de referencia para estimar qué tan rápido ocurrirá ese proceso de deterioro una vez que se haya alcanzado el punto 0,5 de acidez libre (las predicciones para duplicar la acidez libre de 0,5 a 1,0 se dan en el lado Dos del disco). Las mejores inferencias que podemos hacer del proceso de envejecimiento acelerado indican que la película en las primeras etapas de deterioro puede ser conservada durante muchos años todavía, si se mejoran las condiciones de almacenamiento. A pesar de que nada puede restituir una película severamente dañada, sí puede hacerse algo por las películas que se encuentran en las primeras etapas de deterioro.

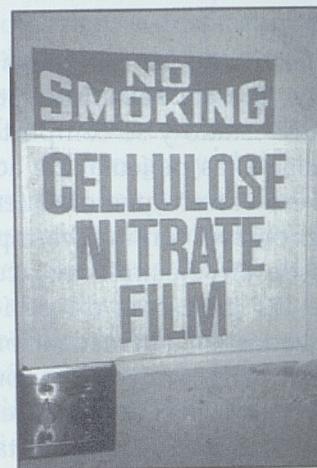
ESTRATEGIAS DE ALMACENAMIENTO PARA PELÍCULAS EN PROCESO DE DETERIORO

Una de las estrategias primordiales para tratar películas de nitrato ha sido separarlas del resto del material de las colecciones. Esto se ha hecho por dos razones: debido al peligro potencial de un incendio²¹ y porque los vapores acidificantes y oxidantes de las películas de nitrato deterioradas pueden infectar otras películas sanas.¹⁷ ¿Tiene sentido hacer esto mismo con películas de acetato? La evidencia disponible en este sentido es aún limitada. Mientras que en algunas circunstancias el deterioro parece haberse extendido de película a película, no se puede tener la seguridad de hasta qué punto la absorción de los vapores acidificantes contribuyen a iniciar el deterioro.

Experimentos de laboratorio muestran que los vapores de ácido acético son absorbidos con prontitud por las películas nuevas y que esto ocasiona un deterioro más rápido. En la práctica, es muy difícil juzgar cuándo existe un peligro real. Cuando se pueda, todas las películas que muestren síntomas del síndrome del vinagre deben ser separadas del resto. Sin embargo, esto no siempre es posible, y puede ser que una película deteriorada

mantenida en una gran habitación bien ventilada no infecte el resto de las películas. En tal caso, la concentración de ácido acético en la habitación puede ser muy baja. Mantener en cambio, una película que despida un fuerte olor a vinagre en un contenedor cerrado junto con otras películas que se encuentren en buenas condiciones probablemente ocasionará un deterioro más rápido de éstas últimas, pues la concentración dentro del contenedor puede ser alta. Se necesita realizar más investigaciones para explorar los aspectos prácticos de este fenómeno; pero hasta que eso ocurra, los conservadores de películas tendrán que usar su propio buen juicio acerca de cuándo y cómo deben separarse las películas deterioradas del resto de la colección.

¿FUNCIONA ESTA GUÍA PARA PELÍCULAS DE NITRATO?



En la sección acerca del deterioro químico de las bases de películas, mencionamos las similitudes químicas entre el nitrato de celulosa y el acetato de celulosa e hicimos notar que los mismos factores (calor, humedad y acidez) son determinantes en la rapidez con la cual se deterioran ambos materiales. ¿Se aplica entonces la información de la Guía tanto a las películas de acetato como a las de nitrato? En un sentido general, sí. Las tendencias observadas en cuanto a los efectos de temperatura y HR

sobre la rapidez del deterioro del acetato se observan en forma similar en el nitrato. A estas alturas, IPI posee todavía una información limitada acerca del comportamiento de las películas de nitrato, por lo cual no existe un "Disco" para nitrato.

El estudio de IPI en 1988-1990 acerca del deterioro de la base de las películas incluyó un ejemplo de una película cinematográfica de nitrato de 50 años; su respuesta al ambiente de almacenamiento (y por consiguiente su pronóstico de vida) fue muy parecido a la de las películas de acetato.^{1,2} Este resultado un tanto sorprendente también se obtuvo con un estudio de seguimiento de IPI. Pero existe una diferencia importante entre el nitrato y el acetato que también se hizo evidente en este último estudio: la película de nitrato es como la pequeña niña de la canción de cuna: "*Cuando era buena, era muy, muy buena, pero cuando era mala, era terrible*".

26

Las muestras de nitrato parecían dividirse en dos grupos: aquéllas que estaban en aparente buen estado y se comportaban de manera similar a las películas de acetato, y aquéllas que estaban en aparente buen estado pero se deterioraban con mucha rapidez en las pruebas de envejecimiento acelerado. Algunas de las muestras de película de nitrato* utilizadas en la investigación tenían una acidez inicial ligeramente mayor, y éstas se deterioraron con más rapidez. Se intentó conseguir muestras de nitrato en tan buen estado como fuera posible, pero siempre existirán diferencias cuando se trata de materiales tan viejos.

La experiencia obtenida en IPI con el nitrato confirma lo que ya sabían muchos conservadores de películas acerca de este material: es sorprendente tanto respecto del tiempo que puede mantenerse en buen

estado, como en cuanto a lo rápido y totalmente que puede deteriorarse. Sin embargo, los resultados positivos de las investigaciones de IPI son que algunas películas de nitrato pueden tener una larga vida, tan larga como la vida del acetato, si se almacena adecuadamente. La *Guía* puede ofrecer una visión sobre cuál es el mejor ambiente para el almacenamiento de las películas de nitrato: mientras más frío mejor, con una HR no menor de 20% ni mayor de 50%. Mientras más deteriorada se encuentre la película de nitrato, más primordial se hace almacenarla a temperaturas menores. Muchos responsables de colecciones han optado por utilizar temperaturas cercanas o por debajo del punto de congelamiento para sus películas de nitrato.

PELÍCULAS CON BASE DE POLIÉSTER

Las películas de poliéster, introducidas a mediado de los años 50 constituyen hoy en día una parte importante de las colecciones filmicas (posteriormente se dará más información acerca de cuáles películas poseen probablemente base de poliéster). Las películas de base de poliéster son intrínsecamente más estables desde el punto de vista químico que las de nitrato de celulosa y acetato de celulosa.^{2,4,5} Después de casi cincuenta años de fabricación y debido a la experiencia adquirida, el soporte de poliéster ha demostrado una estabilidad química excepcional y un buen comportamiento físico en general. Cuando existe la posibilidad de escoger tipos de películas, las de base de poliéster son, sin lugar a dudas, las mejores para propósitos de archivo.

A pesar de que la base de poliéster también está sujeta al deterioro químico (nada es eterno), las pruebas de envejecimiento acelerado señalan que durará de cinco a diez veces más que la base de el acetato en condiciones de almacenamiento similares.^{2,4} Dichas pruebas muestran también una relación directa entre humedad y

* Ya que las películas de nitrato no se fabrican desde hace cuarenta años, todas las muestras tenían al menos cincuenta años.

temperatura y el deterioro del poliéster, de manera que un buen almacenamiento sigue siendo vital para prolongar la vida útil de las películas de poliéster. Hasta ahora no se tiene noticia de deterioro químico en películas de base de poliéster en colecciones de archivo, pero si dicho deterioro ocurriese, entre los síntomas del mismo se encontrarían la friabilidad y la pérdida de su resistencia a la tensión.

La excelente estabilidad química de las películas con base de poliéster ofrece la oportunidad de crear registros fotográficos de una permanencia nunca antes posible, incluso en condiciones de temperatura ambiente. Las capas de emulsión de gelatina tienen la capacidad de durar siglos; éstas, junto con una base de poliéster y la adecuada elección de la sustancia que conforma la imagen dan como resultado un medio de registro visual que debería sobrevivir al menos cinco siglos o más en condiciones de temperatura ambiente y HR moderada. A pesar de que las imágenes de plata con procesamiento convencional no están hechas para soportar el lento ataque de los contaminantes atmosféricos, éstas pueden ser tratadas químicamente para permanecer prácticamente inalterables²⁷. En consecuencia, las películas en blanco y negro con base de poliéster, con un tratamiento estabilizante apropiado de la imagen de plata, pueden proporcionar un registro visual con una vida extraordinariamente larga.

LA FILOSOFÍA GENERAL DEL ALMACENAMIENTO DE PELÍCULAS

El síndrome del vinagre es sólo uno de los aspectos a considerar cuando se deciden las condiciones óptimas para el almacenamiento de películas. Los requerimientos de los otros componentes de la película, como la emulsión de gelatina y la imagen de plata o de pigmentos, también deben ser tomados en cuenta. Más allá de la esencia física y química de la película como objeto, las

condiciones de almacenamiento también determinan cómo se evaluará y utilizará una colección. El almacenamiento apropiado puede ser costoso, así que es primordial estar claro sobre la necesidad de un ambiente idóneo desde el punto de vista técnico. Una breve revisión de los requerimientos de cada componente de la película contribuirán a definir el contexto en el cual debe situarse el problema del síndrome del vinagre. Los principales factores que afectan a las películas en el ambiente de almacenamiento son la HR, la temperatura y los contaminantes. Cada uno por su lado, y, lo que sucede más comúnmente, todos juntos, pueden afectar negativamente a la gelatina, la plata y los pigmentos.

TEMPERATURA

La energía calórica hace que las reacciones químicas sucedan con mayor rapidez. Mientras más alta la temperatura, los átomos y las moléculas se desplazan y vibran con mayor vigor, chocando entre ellos con mayor fuerza y haciéndose más proclives a reaccionar. Las formas comunes de deterioro, el síndrome del vinagre y el desvanecimiento de la imagen, son producto de reacciones químicas que se llevan a cabo en las moléculas del plástico y de los pigmentos. La temperatura juega un papel vital en la velocidad de esas reacciones químicas, y esa es la razón básica por la cual siempre es mejor un medio fresco (siendo iguales las otras condiciones) que uno caliente para el almacenamiento de películas.

¿Qué tanta diferencia hace la temperatura?

Es decir, ¿Cuánto puede reducirse la velocidad del deterioro con un almacenamiento a bajas temperaturas? ¿Pueden detenerse completamente las reacciones químicas de deterioro? Sólo en cero absoluto*

* N.T. (-273,15°C)

(una condición definitivamente no recomendable!), pueden detenerse todas las reacciones químicas. De otra manera, las reacciones tendrán alguna velocidad, así sea muy lenta. La buena noticia es que son posibles las mejorías dramáticas en la tasa de deterioro, especialmente si se tiene como referencia la temperatura ambiente.

El disco y la tabla de la *Guía* muestran que las reacciones químicas del síndrome del vinagre tardarán 17 veces más a 30°F (-1°C) que a 70°F (21°C). No existe una temperatura ideal única para el almacenamiento de películas. Las reacciones de deterioro que ocurren en la emulsión de gelatina, en la base plástica, o en la imagen de plata o de pigmentos de las películas siempre seguirán ocurriendo, algunas veces más rápido y otras más lentamente, de acuerdo con la cantidad de energía calórica disponible. Depende de nosotros decidir si la temperatura de almacenamiento que utilizamos es suficientemente baja como para proporcionar la expectativa de vida que se desea. El propósito de la *Guía* es el de vincular las condiciones ambientales y la tasa del síndrome del vinagre de manera que sepamos, al menos en lo que se refiere a este mal en particular, cuáles condiciones necesitamos para hacer que la película dure tanto como sea necesario.

Imágenes de plata

Las imágenes en blanco y negro se desvanecen bastante, debido fundamentalmente a reacciones químicas que involucran la plata metálica. Sin embargo, la temperatura juega sólo un papel limitado en el desvanecimiento.

Imágenes de pigmentos

Debido al problema de decoloración de los pigmentos, la temperatura de almacenamiento es mucho más importante cuando se trata de imágenes a color.¹² Algunos pigmentos orgánicos son estables pero otros no. Por lo general, en la oscuridad los pigmentos textiles pueden permanecer varias décadas sin

decolorarse; las imágenes fotográficas a color, en cambio sí se decoloran. A muchas personas les es familiar la tonalidad púrpura de algunas viejas películas de cine y fotografía a color. Esto se debe a que la imagen está en realidad compuesta de tres pigmentos distintos: cianina (azul verdoso), magenta (púrpura rojizo) y amarillo. El magenta es generalmente el más duradero: después que los otros dos se decoloran, todo lo que queda es este pigmento.

Los pigmentos en las películas a color son moléculas orgánicas complejas que pierden su coloración cuando ocurre una reorganización estructural. La energía calórica presente a la temperatura ambiente es suficiente para ocasionar una decoloración significativa, de modo que para la película a color se recomienda el almacenamiento en frío. La norma ANSI IT9.11-1991 menciona una temperatura máxima de 2°C (35°F) para el almacenamiento a largo plazo de películas a color. Los productos a color más viejos (antes de 1980) tenían menor estabilidad de pigmentos que los fabricados actualmente, de manera que en las colecciones con materiales más antiguos debe actuarse con rapidez, pues el color dispone sólo de 20 a 30 años manteniéndose a temperatura ambiente, antes de que la decoloración sea significativa, y esas películas ya se acercan a este límite. El almacenamiento a bajas temperaturas es una prioridad para las instituciones que realmente quieran conservar las películas a color en buenas condiciones.

Lo importante es que el almacenamiento en frío puede retardar la decoloración de tal manera que sea posible prolongar por siglos la vida de estas películas. El hecho de descongelar y recongelar las películas no afecta a las mismas.²² Cuando la película es congelada no se forman cristales de hielo y no se tienen pruebas sobre daños causados con estos cambios de temperatura. Muchas instituciones y organizaciones han tenido éxito con el almacenamiento en frío tanto en ambientes grandes como en pequeños. Sin embargo, el almacenamiento en frío es delicado; cuando

se descongela la película, por ejemplo, debe evitarse la condensación. Por otra parte, la acumulación de escarcha dentro del área de almacenamiento puede causar daños en ciertas circunstancias. Los aspectos prácticos del almacenamiento en frío sobrepasan los alcances de esta publicación; se trata de un asunto complejo, pero su manejo es posible si se planifica correctamente.²³ Cualquier institución que desee crear un área de almacenamiento en frío debe buscar la ayuda y el asesoramiento de conservadores e ingenieros especializados.

HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es un factor decisivo de carácter secundario, pero con efectos complejos que ameritan una explicación un poco más extensa. Lo que verdaderamente importa es la cantidad de agua disponible en la base de la película o en la gelatina. El agua es un reactante necesario en el síndrome del vinagre y en la decoloración de la imagen. La remoción del agua pareciera una solución simple y efectiva para preservar las películas, pero lamentablemente ello no es deseable. Sin la presencia de cierta cantidad de agua, la gelatina y la base de acetato de la película se contraerían y se harían tan friables que podrían romperse durante su manipulación.

La cantidad de agua presente en una película está determinada por la humedad relativa del ambiente de almacenamiento. Pongamos como ejemplo una película que ha estado durante bastante tiempo almacenada a 50% de HR y luego es cambiada a otra área donde la HR es de sólo 20%. En esas condiciones, la humedad se desprende de la película y se evapora. Al mismo tiempo que el agua está saliendo de la película, se están absorbiendo algunas moléculas de agua provenientes del aire, de manera que la absorción y la evaporación ocurren simultáneamente. Pero como el aire está a una HR baja, se evapora más agua de la que se absorbe, de manera que el mayor flujo es desde la película hacia el aire. A medida que continúa este proceso, la película comienza a secarse y, al tener

menos humedad, la velocidad de la evaporación comienza a disminuir. Eventualmente, se llega a un equilibrio cuando la absorción continua de agua desde el aire coincide perfectamente con la evaporación continua de agua hacia el aire.

Independientemente de la temperatura, la humedad relativa es el factor que decide cuánta agua permanecerá en la película una vez que ésta ha alcanzado el equilibrio. Con una HR baja, habrá poca agua absorbida por la película; con una HR alta el punto de equilibrio cambia, y el contenido de humedad de la película será mucho más alto.

Problemas con la gelatina y la HR

Hongos

Casi todas las películas tienen una emulsión de gelatina. La gelatina ha demostrado ser una sustancia duradera excepto bajo condiciones muy prolongadas de humedad, cuando se torna propicia al ataque de hongos, pues la gelatina constituye un alimento nutritivo ideal para el desarrollo de los mismos. Aunque en las películas fotográficas se utilizan ciertos aditivos antifungísticos, la industria de la fotografía todavía no ha desarrollado un modo de prevenirlos. Cada vez que la HR del ambiente se mantiene encima del nivel cercano al 70% durante varios días, es posible el desarrollo de hongos. La buena circulación de aire reduce dramáticamente las posibilidades del crecimiento de éstos. No existen tratamientos satisfactorios que remedien el daño del hongo a la gelatina (el hongo libera enzimas que con frecuencia disuelven y ablandan la gelatina, y además causa manchas). La prevención es la única solución práctica. Las esporas del hongo son casi omnipresentes; se propagarán y crecerán cada vez que exista suficiente humedad.

Ataque químico

La gelatina también está sujeta al lento ataque químico de ácidos, álcalis, y contaminantes oxidantes del aire, que ocasionan

la pérdida de su resistencia y finalmente la ablandan, inhabilitándola para soportar su inmersión en agua. Este ataque está influenciado por el nivel de humedad en la gelatina (y por la HR del ambiente), pero generalmente tarda tanto más en ocurrir que otras formas de deterioro (como la degradación de la base de acetato y la decoloración de los pigmentos), que difícilmente es notado. Sin embargo, en el caso de películas de poliéster (cuya base es muy estable a temperatura ambiente),^{4, 24, 25} la base puede durar tanto que el lento deterioro de la gelatina es el factor que condiciona la supervivencia de la película. Esto da por sentado que el componente de la imagen sobrevive la misma cantidad de tiempo. En el caso de películas de nitrato, la gelatina puede ser atacada por los fuertes ácidos y oxidantes liberados por la base de nitrato en deterioro.

Daño físico

Además de los hongos y del lento deterioro químico, la gelatina puede sufrir daños físicos en ambientes demasiado secos (a HR menor de 15%). En condiciones tan secas, la emulsión de gelatina puede ser demasiado friable para que la película sea manipulada con seguridad. Otra consecuencia de la baja humedad es el aumento de la ondulación de la película, lo cual hace que las películas de cine muestren lo que se denomina "rayado", una deformación de la cinta que recuerda los rayos de una rueda de carreta.

En resumen, el componente gelatinoso de la película debe ser almacenado a un promedio de HR entre el 20% y el 50%, un rango en el cual hay suficiente humedad para evitar la friabilidad, pero no la suficiente como para acelerar el deterioro químico o para el desarrollo de hongos.

La HR y las imágenes de plata

El componente de la imagen de la película puede ser de plata metálica (en el caso de película en blanco y negro) o de

pigmentos orgánicos (en el caso de película a color). La reacción de la plata y de los pigmentos ante el medio ambiente de almacenamiento es radicalmente diferente. Tomemos en cuenta primero las imágenes de plata. La HR es un factor ambiental enormemente importante en el desvanecimiento de la imagen de plata pues facilita la oxidación (corrosión) del metal. El efecto de la humedad es particularmente importante en la presencia de contaminantes (ver abajo). Sin la presencia de humedad, las imágenes de plata no se oxidarían y por consiguiente, no se desvanecerían.

Imágenes de pigmentos

La rapidez de la mayoría de las reacciones de decoloración de pigmentos está regida en parte por la humedad que se encuentra en la capa emulsificada, la cual, por supuesto, está determinada a su vez por la humedad relativa del ambiente. El agua es en realidad un reactante en algunos tipos de decoloración de pigmentos. En tal sentido, existe también una fuerte dependencia de la decoloración a la humedad.²⁶ De un modo parecido a las imágenes de plata, el efecto de la HR es especialmente importante cuando hay contaminantes presentes. A pesar de que la estabilidad de los pigmentos es óptima en un ambiente casi totalmente seco, hace falta un poco de humedad (tal como ha sido señalado anteriormente) para que la gelatina mantenga su flexibilidad.

CONTAMINANTES

Los contaminantes, ya sean provenientes del medio ambiente o de materiales de embalaje, tienen un efecto importante sobre las imágenes de plata y de pigmentos, a pesar de que usualmente no constituyen un factor vital en el deterioro químico de las bases de películas.

Imágenes de plata

Los contaminantes presentes en el aire (peróxido, ozono, sulfuros, etc.) y los

provenientes de los materiales de embalaje de mala calidad son las sustancias que realmente reaccionan con las imágenes en blanco y negro para ocasionar el desvanecimiento.²⁷ La dimensión del daño causado está determinada mayormente por la HR del medio ambiente de almacenamiento. Sin la presencia del agua, incluso los contaminantes más agresivos no tienen mucho efecto sobre la plata. Mientras más alta sea la HR, más agua será absorbida por la emulsión de gelatina (donde se encuentra la plata) y más posibilidades existirán de que los contaminantes, si se encontraren presentes, reaccionen con la plata.

Otro aspecto de la importancia de la HR en el desvanecimiento de las imágenes de plata es el hecho de que la gelatina se encoge con una HR baja y se expande con una HR alta. Cuando está expandida (como ocurre en una HR por encima de 60%), la gelatina no ofrece resistencia a la difusión de los contaminantes a través de la emulsión. Sin embargo, con una HR por debajo del 50%, la gelatina se convierte en una barrera cada vez más efectiva contra la difusión de gases, protegiendo así la imagen contra el ataque de contaminantes.²⁸ De manera que, aunque intentamos mantener la atmósfera del área de almacenamiento limpia de cualquier tipo de contaminante y siempre tratamos de usar contenedores y cajas de almacenamiento inertes no reactivos, contamos con una HR entre 20% y 50% como nuestra primera línea de defensa contra los contaminantes.

Imágenes de pigmentos

Los pigmentos son bastante susceptibles al ataque de contaminantes oxidantes presentes en el aire, como el ozono o el dióxido de nitrógeno.²⁹ Estudios recientes realizados en IPI han demostrado que la severidad de este ataque también depende de la HR, debido en parte a las propiedades de barrera de la gelatina. El dióxido de azufre y el sulfuro de hidrógeno tienen un efecto mucho menor en las imágenes a color que los contaminantes oxidantes.

EL MEJOR RANGO DE HR PARA EL ALMACENAMIENTO DE PELÍCULAS

Para decidir cuál es la mejor HR para almacenar películas, debemos tomar en cuenta lo siguiente:

1. Las necesidades de la base plástica.
2. Las necesidades de la emulsión de gelatina.
3. Las necesidades de la imagen de plata o de los tres pigmentos básicos en imágenes a color (cianina, amarillo y magenta).

En la explicación de todas las formas de deterioro influenciadas por la humedad (decoloración de los pigmentos, síndrome del vinagre, desvanecimiento de la imagen de plata, lento deterioro químico de la gelatina) hemos sugerido un rango de HR entre 20% y 50% como deseable y aceptable. Sin embargo, el que la bóveda se encuentre en el extremo bajo de este rango (entre 20% y 30%) o en el extremo alto (entre 40% y 50%) puede significar una enorme diferencia a largo plazo, especialmente en lo que se refiere al síndrome del vinagre y a la decoloración de los pigmentos. Los datos de la Guía muestran prácticamente una triple mejoría en la expectativa de vida (años antes de que comience el síndrome del vinagre) a 20% de HR que a 50% de HR. Existen mejoras generalmente similares en cuanto a la decoloración de los pigmentos en la mayoría de las películas a color. Esta diferencia es muy importante, y es por eso que actualmente la norma ANSI para el almacenamiento de películas especifica una HR de 20% a 30% cuando se deseé un máximo de vida de la película.

Decidiendo la HR óptima dentro del rango de 20% a 50%

Es posible "hacer un trueque" entre la temperatura y la HR para lograr una velocidad de deterioro preferible. Para

cualquier temperatura, el deterioro más lento se obtendrá con 20% de HR, pero se puede lograr también el equivalente de esa expectativa de vida con cualquier valor de HR hasta 50% si se baja la temperatura. La *Guía* muestra cuáles condiciones son equivalentes para controlar la velocidad del síndrome del vinagre en películas de acetato.

Sin embargo, decidir el rango de HR no es tan sencillo, ya que existen varios factores que ejercen influencia sobre esta decisión. Debido a las condiciones geográficas o al tipo de equipos de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (conocidos en inglés por las siglas HVAC), puede no ser posible operar un área de almacenamiento en un rango de HR entre 20% y 30%. Otro factor a tomar en cuenta son las colecciones mixtas, en las cuales las películas deben compartir el espacio con otros tipos de materiales. Algunas láminas de vidrio con emulsión de gelatina pueden sufrir deslaminación del soporte de vidrio al estar en una HR por debajo de 25%.¹¹ Puede haber otros materiales no fotográficos que tampoco toleren una HR de 20%. En este caso, lo mejor será decidirse por una HR más alta, que no supere el 50%, y una temperatura tan fría como lo permitan los diversos materiales dentro del espacio de almacenamiento.

Ciclos de temperatura y HR

La utilización del adjetivo "promedio" cuando se habla de HR no es accidental. Lo más importante en un ambiente de almacenamiento de películas no es el valor inmediato de la humedad, sino su valor promedio a largo plazo (queriendo decir con largo plazo semanas o meses), ya que esto determinará el contenido de humedad en la película. Incluso cuando se encuentran "bajo control" los sistemas HVAC oscilan un poco en cuanto a los niveles de humedad y temperatura, pues está en la naturaleza de los controles presentar estas oscilaciones que, por ser muy pequeñas, normalmente no notamos. La pregunta es, ¿qué tan grande puede ser la magnitud de cada oscilación antes de que

comience a afectar la película? Lo más importante a tener en cuenta es que el proceso de estabilización de la temperatura (cuando una película está sometida a variaciones de temperatura del aire) sucede bastante rápido, normalmente en pocas horas. Por el contrario, la estabilización de la humedad es más bien lenta y puede tardar días, semanas o meses.¹² Los cambios de temperatura en sí (simples cambios de temperatura que no secan la película) no ocasionan ningún daño físico a la película.

Lentitud en la estabilización de la humedad

La estabilización de la humedad es más lenta pues ésta debe primero difundirse a través de las paredes y tapas de las cajas o armarios, o de cualquier otro contenedor en los cuales pueda estar almacenada, antes de que dicha humedad sea absorbida por la propia película en sí.³⁰ Si una sola tira de película estuviera colgada dentro del espacio de almacenamiento en una cuerda de secado, la estabilización de la HR estaría sustancialmente completa en ocho horas. Una película enrollada y guardada en una lata o en una caja, puede necesitar, en cambio, alrededor de tres meses para estabilizarse a temperatura ambiente. En almacenamiento en frío, la difusión es más lenta, de manera que la estabilización toma más tiempo.

Considerando la lentitud de la estabilización de la humedad en circunstancias de la vida real, es fácil entender por qué no es tan importante cuando un ciclo de HR aumenta o disminuye 10% en una hora o en un día. Las películas guardadas dentro de su empaque no han experimentado el cambio en HR, pues el mismo ha sido amortiguado por los contenedores y los armarios de almacenamiento.³⁰ Debe evitarse que ocurran ciclos rápidos y extremos de HR (cambios mayores de 30%), y en particular que la película se seque velozmente; pero en la mayoría de las circunstancias prácticas, los contenedores de almacenamiento de películas disminuyen la velocidad de la estabilización

de la humedad en forma suficiente como para que estos ciclos no constituyan una preocupación.

RESUMEN DE TEMPERATURA Y HR PARA EL ALMACENAMIENTO DE PELÍCULAS

La manera de usar las condiciones ambientales para controlar el deterioro químico en las películas puede sintetizarse como sigue:

Dismuya la temperatura en la medida de lo posible y mantenga preferiblemente un promedio de HR entre 20% y 30%. Niveles de HR hasta 50% no ocasionarán daños extraordinarios; sólo provocarán la aparición del síndrome del vinagre y de la decoloración de los pigmentos más rápidamente de lo que ocurriría a 20% de HR.

SUSTANCIAS VOLÁTILES EN LA ATMÓSFERA DE LA BÓVEDA DE PELÍCULAS

Un aspecto importante de la creación de un ambiente de almacenamiento para películas es reconocer y manipular las sustancias volátiles que pueden originarse de la propia película. Estas sustancias tienen tres orígenes distintos:

1. Residuos de solventes y otros materiales incluidos durante la fabricación de la película.
2. Residuos de solventes de limpieza utilizados en películas procesadas.
3. Productos volátiles de degradación como el ácido acético (por descomposición de películas de acetato) y óxidos de nitrógeno (por descomposición de películas de nitrato).

La tabla que se presenta más adelante ofrece una lista parcial de las sustancias

volátiles que pueden encontrarse en las bóvedas de películas, y sus posibles orígenes.

Aunque sólo se han realizado unos cuantos estudios sobre atmósferas de bóvedas de películas,³¹ la información disponible indica que las sustancias que se encuentran en mayores concentraciones son generalmente ciclohexano, cloruro de metileno y n-butanol. El solvente de limpieza 1,1,1-tricloroetano también se encuentra con frecuencia. La lenta evaporación de los solventes constituye un comportamiento común de las colecciones de películas de acetato y nitrato, y, característicamente, la concentración de sustancias volátiles observada es extremadamente baja, y no representa riesgos a la salud. Siempre que la base de las películas de acetato y de nitrato no esté deteriorada, no existirá ácido acético ni óxidos de nitrógeno en la atmósfera de la bóveda de películas.

Cuando una colección de películas se encuentra almacenada en áreas destinadas a la ocupación humana, el grado de ventilación es generalmente suficiente para mantener las sustancias volátiles en un nivel muy bajo. Si las películas fuesen en cambio almacenadas en grandes cantidades en bóvedas construidas especialmente, será necesario un sistema de purificación de aire y/o suficiente ventilación de aire fresco para garantizar que las sustancias volátiles no se acumulen demasiado. Algunas grandes bóvedas de películas de cine han presentado olores desagradables, a pesar de que las películas se encontraban en buenas condiciones y no estaban deteriorándose. Las investigaciones mostraron que no existían riesgos a la salud, pero los olores eran lo suficientemente fuertes como para hacer el trabajo dentro de las bóvedas muy incómodo. Estos casos han ocurrido en bóvedas diseñadas expresamente, pero sin estar dotadas de ventilación de aire adecuada a efectos de contar con los costos de operación.

Aparte de la lenta liberación natural de sustancias volátiles, cuando comienza a ocurrir el deterioro de la base fílmica se

agregan sustancias volátiles adicionales a la atmósfera de la bóveda. Las colecciones de películas de acetato pueden emitir ácido acético, butírico y propiónico durante el proceso de deterioro. Debido a que este proceso es catalizado por ácidos, la exposición a vapores ácidos probablemente acelerará el deterioro en películas que, en otras circunstancias, estarían sanas. Las películas de nitrato deterioradas pueden liberar óxidos de nitrógeno y/o ácido nítrico.¹⁷ Los fuertes oxidantes del nitrato pueden ocasionar el desvanecimiento de las imágenes de plata y la friabilidad de los envoltorios de papel.

Riesgos a la salud por películas deterioradas

La amenaza de sustancias que se originan del deterioro de las películas no se limita sólo a las colecciones. Los riesgos a la salud de las personas también se encuentran presentes en otras circunstancias. La ventilación es *esencial* cuando se manipulan o inspeccionan películas deterioradas; debe usarse guantes de goma, de polietileno o de nitrilo durante la manipulación de las mismas. Se han reportado irritaciones de la garganta y la piel debido a la manipulación

de material deteriorado.³² Definitivamente debe evitarse trabajar durante largos períodos de tiempo en lugares cerrados y mal ventilados con grandes cantidades de películas deterioradas.

EMPAQUES PARA ALMACENAR COLECCIONES DE PELÍCULAS

Todas las películas necesitan algún tipo de envoltorio; de hecho, la mayoría de las películas tienen diversos niveles de empaques protectores. Los empaques son necesarios para protegerlas físicamente del polvo y la manipulación, y también sirven para crear una barrera contra los contaminantes del ambiente y los cambios bruscos en las condiciones ambientales. Todos los empaques deben ser químicamente inertes en relación con los componentes de la película: la base, la emulsión de gelatina, y la imagen de plata o de pigmentos. Los empaques reactivos, los papeles de mala calidad, los adhesivos y cartones han ocasionado muchos daños. Todos los envoltorios antes mencionados que vayan a ser usados para empacar películas deben cumplir con los requerimientos específicos en la norma ANSI IT9.2-1991 y pasar la Prueba de Actividad Fotográfica (PAT)

Tabla de sustancias volátiles encontradas en áreas de almacenamiento de películas

	Sustancia	Origen
Solventes usados en la fabricación	Cloruro de metileno	Películas de acetato
	Acetona	Películas de acetato
	n-Butanol	Películas de acetato
	Ciclohexano	Películas de acetato
Solventes de limpieza	1,1,1-Tricloroetano	Todo tipo de películas
Solventes volátiles por deterioro de películas	Ácido acético	Películas de acetato
	Ácido butírico	Películas de acetato
	Ácido propiónico	Películas de acetato
	Dióxido de nitrógeno	Películas de nitrato

ANSI. La PAT garantiza que los empaques no reaccionen químicamente con la película para ocasionar manchas o desvanecimiento.

HISTORIA DE LOS SOPORTES DE PELÍCULAS

Este corto resumen de los tipos de bases plásticas usadas en productos de fotografía, cine y microfilmación tiene por objeto ayudar a los responsables de colecciones a diferenciar cuáles películas pueden tener una base de nitrato, de acetato o de poliéster. El mismo constituye sólo un esquema general de las tendencias históricas, ya que la presentación de un tratado completo acerca de la historia de las bases fílmicas y los métodos para identificarlas sobrepasa los alcances de esta publicación.

CÓMO IDENTIFICAR LA BASE DE LA PELÍCULA

Aunque existen varias pruebas químicas y físicas para identificar las bases de películas, la mayoría de las veces puede identificarse la naturaleza de los soportes fílmicos de una colección por la edad y el contexto histórico de la colección (es decir, a partir de las generalidades históricas expuestas más adelante). En algunas ocasiones, las formas características de deterioro de la base ayudan a determinar cuáles películas de la colección son de nitrato y cuáles de acetato (las de nitrato tendrán una emulsión pegajosa y mucho deterioro de la imagen de plata, mientras que las de acetato presentarán estriamiento y olor a vinagre).

El método más sencillo para distinguir una película de poliéster de una de nitrato o de acetato es utilizando polarización cruzada. Las láminas plásticas polarizadoras requeridas para ello (parecidas a las lentes de unos anteojos de sol polarizados) pueden encontrarse en tiendas de material científico o fotográfico. Cuando se sitúa la película de poliéster entre dos láminas de plástico polarizador y se mira a contraluz, aparecen orlas de color

parecidas a las que se forman por trazas de aceite en agua. Este fenómeno, conocido como "birrefringencia" solo ocurre en películas de poliéster. Las películas de acetato y nitrato no forman orlas de colores bajo la polarización cruzada. Este método no es destrutivo y resulta muy útil para identificar sin lugar a dudas películas de poliéster.

Otra propiedad óptica del poliéster ayuda a saber cuáles rollos de una colección están hechos con base de dicho material. Este método es muy útil en colecciones de microfilmes, donde es probable que coexistan películas de acetato y de poliéster. La película debe enrollarse en un núcleo o un carrete con rayos para que la prueba funcione. Cuando se mira "a través de los bordes", sosteniendo el carrete hacia una fuente de luz y mirando a través de los rayos del carrete, la película de poliéster transmitirá mucha más luz que la de acetato o de nitrato (Ilustración 20). Algo de la luz se filtrará a través de los bordes de la película de acetato, pero la de poliéster se verá mucho más brillante. Al adquirirse un poco de experiencia con la apariencia de ambas películas, la identificación de los rollos de películas de poliéster será mucho más sencilla.

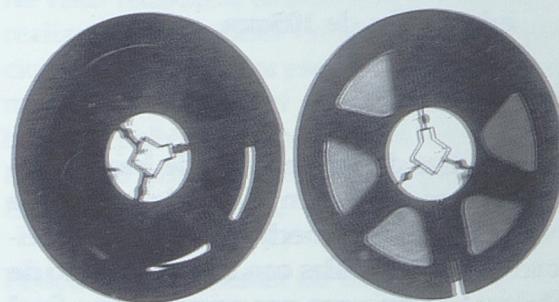


Ilustración 20: Cuando se miran a contraluz, las películas de poliéster dejan filtrar la luz por los bordes, mientras que las de acetato y nitrato no lo hacen (se muestra una película de poliéster a la derecha).

PANORAMA HISTÓRICO DE LOS FORMATOS Y LAS BASES DE PELÍCULAS

En las colecciones de archivo pueden encontrarse cuatro tipos básicos de formatos de películas:

1. Películas de cine: rollos de película perforados que se encuentran normalmente en 35mm, 16mm y 8mm.
2. Películas en hojas: láminas simples de películas, relativamente gruesas y encontradas por lo general en los tamaños 4x5, 5x7 y 8x10 pulgadas (10 cm x 13 cm, 13 cm x 18 cm y 20 cm x 25 cm).
3. Rollos de películas para aficionados: películas de 16mm de 400 pies o recuadros con una base delgada. Son utilizados en cámaras portátiles (formatos designados por números tales como 620, 616, 828, etc.) por aficionados y profesionales. Esta categoría incluye película negativa perforada de foto fija en 35mm y película de diapositivas.
4. Microfilme: rollos de película no perforada en tamaños de 35mm y 16mm, y microfichas de 105mm.

Base de Nitrato

Muchas de las películas de base de nitrato tienen escrito en su borde la palabra "Nitrato", lo que de hecho ayuda a su identificación. Las películas con base de nitrato de celulosa se fabricaron por primera vez a final de la década de 1880, y casi todas las películas fabricadas entre 1889 y mediados de 1920 eran de nitrato.^{13, 33, 34, 35} De manera que toda película que haya sido fabricada durante ese período, en cualquier formato, probablemente sea de nitrato.

Películas cinematográficas de nitrato

Es posible que todas las películas de cine en 35mm se hicieron en nitrato hasta 1951,

cuando fueron reemplazadas por triacetatos. No se fabricaron películas de cine de 8mm y 16mm en base de nitrato.

Películas de nitrato en hojas

Todas las películas en hojas fueron hechas en base de nitrato hasta la segunda mitad de la década de 1930. Estas películas con base de nitrato eran ya inusuales después de 1940.

Rollos de película de nitrato para aficionados

Los negativos de rollos de película para cámaras de aficionados, desde 1890 a mediados de 1940, fueron fabricados con base de nitrato. Estos incluyen formatos de películas tamaño postal, al igual que otros tamaños más pequeños. Entre mediados de los años 1940 y 1950, algunos eran de acetato y otros de nitrato. No se fabricaron rollos de película para aficionados hechos con nitrato después de 1950.

Microfilme con base de nitrato

Sólo los primeros microfilmes, desde 1920 hasta mediados de los años 1930, fueron fabricados con base de nitrato. Es poco común encontrar microfilme con base de nitrato en colecciones de bibliotecas.

Base de acetato

Tanto las películas con base de acetato como las más modernas de poliéster llevan escrito en su borde "película de seguridad" (*safety film*). Las películas llamadas "de seguridad" que fueron fabricadas antes de 1955 son definitivamente de acetato y no de poliéster. A pesar de que desde 1900 se realizaron experimentos con películas de acetato, la fabricación de películas de acetato de celulosa a gran escala sólo comenzó a mediados de la década de 1920, cuando el formato de 16mm se hizo popular para películas de aficionados. Las colecciones fotográficas están compuestas mayormente de películas con base de acetato

de celulosa.

Películas cinematográficas de acetato

En general, las películas de cine y de aficionados con marca "de seguridad" son de acetato, independientemente del formato o de la edad. La mayor parte de una colección de cine consistirá por tanto de películas de acetato (aparte de las películas de 35mm fabricadas antes de 1951, que serán de nitrato). Actualmente, el acetato continúa siendo la base más utilizada para las películas de cine, aunque la tendencia a emplear el poliéster ha aumentado a partir de 1980.

Películas de acetato en hojas

Las películas en hojas con base de acetato fueron usadas por primera vez en los años 1920 y se usaron en cantidad durante los años 1930. Después de 1940 casi todas las películas en hojas fueron fabricadas con base de acetato. Una excepción son los "paquetes de película" (*film pack*) en hojas (láminas muy delgadas de película que se usaban en soportes especiales, en los cuales el fotógrafo halaba una lengüeta de papel para hacer que una nueva lámina calzara en su lugar). La última vez que se fabricaron (por Kodak) los "paquetes de película" en hojas con base de nitrato, fue en 1949.¹³

Rollos de película de acetato para aficionados

Si están marcados como "de seguridad", todos los rollos de películas para aficionados posiblemente serán de acetato, con algunas excepciones, de origen reciente, con base de poliéster. Kodak dejó de fabricar rollos de película para aficionados con base de nitrato a partir de 1950.

Microfilme con base de acetato

El microfilme es una aplicación especial de las películas que apareció a mediados de los años 1920 y se incrementó rápidamente durante los años 1930 y 1940. Originalmente,

se usaba película de cine convencional a modo de microfilme, pero más tarde, se fabricaron productos para el uso expreso en la reproducción de documentos. La mayoría de los microfilmes producidos desde finales de los años 1930 se fabricaron con base de acetato, pero durante los años 1980 el uso de la base de poliéster aumentó rápidamente.

Base de poliéster

Las bases plásticas de poliéster son bastante diferentes de las de acetato en cuanto a sus propiedades químicas y físicas.³⁶ Por ejemplo, el poliéster no puede romperse (excepto mediante un esfuerzo tremendo), a menos que exista un corte o rotura; en tanto que el acetato y el nitrato son bastante fáciles de romper. La película de poliéster no es propensa a la descomposición química de la misma manera que las películas de nitrato y acetato.

Películas cinematográficas de poliéster

Las primeras pruebas de películas de cine con base de poliéster se hicieron a mediados de los años 50.³⁷ La aceptación de la base de poliéster en las películas de cine se ha visto retardada debido a la dificultad de realizar adaptaciones en los equipos tradicionales creados para ese fin. En los 1980 comenzó a aumentar el uso de películas con base de poliéster, pero todavía sigue constituyendo una pequeña proporción de toda la película que se usa.

Películas de poliéster en hojas

La película con base de poliéster, introducida en 1955, se usó primero en aplicaciones como rayos X y artes gráficas, en las cuales la estabilidad dimensional y las buenas condiciones físicas eran requisitos fundamentales. Durante los años 1960 y 1970, el poliéster reemplazó gradualmente al acetato como la base de muchos tipos de películas en hojas. Actualmente todavía se fabrican ciertas transparencias a color con base de acetato, pero la mayoría de las otras películas

en hojas se hacen de poliéster.

Rollos de película de poliéster para aficionados

Sólo una pequeña cantidad de película de poliéster se fabricó en formato de rollos para aficionados, con la excepción de algunas películas de foto fija en 35mm relativamente recientes.

Microfilme con base de poliéster

Hoy en día casi todo el microfilme es de base de poliéster. Las razones para el cambio a poliéster fueron la gran estabilidad química de la base y la posibilidad de usar soportes más delgados, permitiendo así incrementar la cantidad de imágenes por rollo.

REFERENCIAS

1. P.Z. Adelstein, J.M. Reilly, D.W. Nishimura and C.J. Erbland, "Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film : Part I—Laboratory Testing Procedures," *SMPTE Journal*, 101: 5, 336-346. May-June 1992.
2. P.Z. Adelstein, J.M. Reilly, D.W. Nishimura and C.J. Erbland, "Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film : Part II—Practical Storage Considerations," *SMPTE Journal*, 101: 5, 346-353, May-June 1992.
3. J.M. Reilly, P.Z. Adelstein and D.W. Nishimura, *Final Report of the Office of Preservation, National Endowment for the Humanities on Grant # PS-20159-88, Preservation of Safety Film (Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, March 1991).*
4. P.Z. Adelstein and J.M. McCrea, "Stability of Processed Polyester Base Photographic Films," *Journal of Applied Photographic Engineering*, 7:160-167, December 1981.
5. A.T. Ram and J.L. McCrea, "Stability of Processed Cellulose Ester Photographic Films," *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, 97:474-483, June 1988.
6. A.T. Ram, "Archival Preservation of Photographic Films—A Perspective," *Polymer Degradation and Stability*, 29:3-29, 1990.
7. N.S. Allen, M. Edge, T.S. Jewitt and C.V. Horie, "Initiation of the Degradation of Cellulose Triacetate Base Motion Picture Film", *Journal of Photographic Science*, 38:54-59, 1990.
8. N.S. Allen, M. Edge, J.H. Appleyard, T.S. Jewitt and C.V. Horie, "Degradation of Historic Cellulose Triacetate Cinematographic Film : Influence of Various Film Parameters and Prediction of Archival Life," *Journal of Photographic Science*, 36:194-198, 1988.
9. M. Edge, N.S. Allen, T.S. Jewitt, J.H. Appleyard y C.V. Horie. "The Deterioration Characteristics of Archival Cellulose Triacetate Base Cinematograph Film," *Journal of Photographic Science*, 36:199-203, 1988.

10. M. Edge, N.S. Allen, T.S. Jewitt and C.V. Horie, "Fundamental Aspects of the Degradation of Cellulose Triacetate Base Cinematograph Film," *Polymer Degradation and Stability*, 25:345-362, 1989.
11. C. McCabe, "Preservation of 19th-Century Negatives in the National Archives," *Journal of the American Institute for Conservation*, 30:41-73, Spring 1991.
12. P.Z. Adelstein, C.L. Graham and L.E. West, "Preservation of Motion-Picture Color Films Having Permanent Value," *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, 7:1011-1018, November 1970.
13. J.M. Calhoun, "Storage of Nitrate Amateur Still-Camera Film Negatives," *Journal of the Biological Photographic Association*, 21:1-13, August 1953.
14. C. Young, *Nitrate Films in the Public Institution*, AASLH Technical Leaflet 169, (American Association for State and Local History, 1989).
15. W. Haynes, *Cellulose, the Chemical that Grows* (New York, Doubleday & Co. 1953).
16. M. Edge, N.S. Allen, M. Hayes, P.N.K. Riley, C.V. Horie y J. Luc-Gardette, "Mechanisms of Deterioration in Cellulose Nitrate Base Archival Cinematograph Film," *European Polymer Journal*, 26:623-630, 1990.
17. J.F. Carroll and J.M. Calhoun, "Effect of Nitrogen Oxide Gases on Processed Acetate Film," *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, 64:501-507, September 1955.
18. D.G. Horvath, *The Acetate Negative Survey* (Kentucky, Eckstrom Library, University of Louisville, February 1987).
19. C.R. Fordyce, "Motion Picture Film Support: 1889-1976, An Historical Review," *SMPTE Journal*, 85:493-495, July 1976.
20. C.E.K. Mees, "History of Professional Black-and-White Motion-Picture Film", *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, 63:125-140, October 1954.
21. National Fire Protection Association, *NFPA 40—Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film*, 1988 ed., Quincy, Massachusetts, 1988.
22. D.F. Kopperl and C.C. Bard, "Freeze/Thaw Cycling of Motion-Picture Films," *SMPTE Journal*, 94:826-827, August 1985.
23. W.P. Lull and P.N. Banks, *Conservation Environment Guidelines for Libraries and Archives in New York State* (New York State Library, 1990).
24. P.Z. Adelstein y J.L. McCrea. "Permanence of Processed 'Estar' Polyester Base Photographic Films," *Photographic Science and Engineering*, 9:305-313, September/October 1965.
25. K.A.H. Brems, "The Archival Quality of Film Bases," *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, 97:991-993, December 1988; Archiving the Audio-Visual Heritage, A Joint Technical Symposium, Berlin, May 1987.
26. *Conservation of Photographs*, Kodak Publication F-40 (Rochester, Eastman-Kodak Company, 1985).
27. J.M. Reilly, D.W. Nishimura, K.M. Cupriks, and P.Z. Adelstein, "When Clouds Obscure Silver Film's Lining," *Inform*, 2:16-38, September 1988.
28. P.Z. Adelstein, J.M. Reilly, D.W. Nishi-mura, and K.M. Cupriks "Hydrogen Peroxide Test to Evaluate Redox Blemish Formation on Processed Microfilm", *Journal of Imaging Technology*, 17:91-98, June/July 1991.
29. J.M. Reilly, *Preservation Research and Development : Air Pollution Effects on Library Microfoms*, Seventh Interim Report PS-20273-89, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, January 31, 1992.
30. V. Daniel y S. Maekawa, "The Moisture Buffering Capability of Museum Cases," *Materials Research Society Symposium Proceedings*, Vol. 267 (Materials Research Society, 1992), pp. 453-458.
31. "GC/MS Identifies Odor-causing Agents", *Analytical Control*, 4:1-2, May-June 1979.
32. R.W. Hollinshead, M.D. Van Ert, S.C. Holland, and K. Velo, *Deteriorating Negatives : A Health*

- Hazard in Collection Managements. Informe interno no publicado, Arizona State Museum, University of Arizona, 1986.
33. R.V. Jenkins, *Images and Enterprise, Technology and the American Photographic Industry 1839 to 1925* (Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1975).
 34. C.E.K. Mees, *From Dry Plates to Ektachrome Film* (New York, Ziff-Davis, 1961).
 35. P.Z. Adelstein, "From Metal to Polyester : History of Picture-Taking Supports," *Pioneers of Photography*, Eugene Ostroff, ed. (Society for Imaging Science and Technology, Springfield, Virginia, 1987), pp. 30-36.
 36. P.Z. Adelstein, G.G. Gray, and J.M. Burnham "Manufacture and Physical Properties of Photographic Materials," *Neblette's Handbook of Photography and Reprography* (New York, Van Nostrand Reinhold, 1977).
 37. D.A. White, C.J. Gass, E. Meschter, and W.R. Holm, "Polyester Photographic Film Base," *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, 64:674, 1955.

NORMAS ISO Y ANSI PARA EL ALMACENAMIENTO DE PELICULAS

American National Standard for Imaging Media–Processed Safety Photographic Film - Storage, ANSI Standard IT9.11-1991 (New York, American National Standards Institute).

American National Standard for Imaging Media–Photographic Processed Film, Plates, and Papers–Filing Enclosures and Storage Containers, ANSI Standard IT9.2-1991 (New York, American National Standards Institute).

American National Standard for Imaging Media (Film)–Silver-Gelatin Type – Specifications for Stability, ANSI Standard IT9.1-1992 (New York, American National Standards Institute).

American National Standard for Imaging Media–Photographic Activity Test, ANSI Standard IT9.16-1993 (New York, American National Standards Institute). *Photography – Processed Safety Photographic Films–Storage Practices*, ISO 5466:1992 (E), (Switzerland, International Organization for Standardization).