

DOCUMENTOS DE TRABAJO U.C.M. Biblioteca Histórica; 2010/3**LOS DESASTRES EN ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS: CAUSAS Y EFECTOS, PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN**

Javier Tacón Clavaín
Universidad Complutense de Madrid
Biblioteca Histórica "Marqués de Valdecilla"
jtaconcl@buc.ucm.es

RESUMEN.

En el artículo se abordan los desastres como la mayor causa de pérdida de materiales en archivos y bibliotecas. Se explican las causas que los provocan y los efectos que ocasionan, con ejemplos de casos reales. Asimismo se relacionan métodos de prevención, protección y recuperación de materiales afectados.

1. TIPOS DE SINIESTROS, SUS CAUSAS Y EFECTOS

En los desastres intervienen básicamente tres agentes de destrucción: el fuego, el agua y los estragos físicos producidos en derrumbes, terremotos, explosiones, etc. Todos estos factores aparecen diversamente combinados en muchos de los desastres (p. e., fuegos y explosiones en un terremoto por fugas de gas, mojado del material por extinción de un incendio, etc.). A estos agentes se añade el riesgo de expolio en situaciones de confusión general. Estos eventos puede ser catalogados como leves, graves, muy graves, catastróficos o catástrofe histórica, según el material afectado se cuente por unidades, centenas, miles, decenas de miles o cientos de miles, combinado con la importancia de la documentación afectada.

1.1. Incendios

- Causas

Según las estadísticas procedentes de USA (National FIRE Protection Association), la mayor causa de incendio en bibliotecas es la intencionada, seguida de los fallos en instalaciones eléctricas. Ambas suman casi el 60 % de los incendios (entre 1980-98).

En las conclusiones del proyecto European FIRE Heritage Network "COST Action C17" (Working Group 1 -Data, Loss Statistics and Evaluating Risks-)¹, se dictamina de forma preliminar, que las 8 principales causas de incendio en edificios culturales europeos, por orden de importancia son:

Fuego intencionado
Fallo eléctrico
Fumadores

¹ Página Web del proyecto: <http://www.heritagefire.net/index.html>

Iluminación por combustión
Material de calefacción
Causas naturales (rayo o luz solar aumentada)
Trabajos de riesgo (p. e. soldadura)

- Fases de un incendio

En el desarrollo de un incendio pueden distinguirse varias fases.

En primer lugar la **ignición**, con las siguientes etapas:

- 1- Según aumenta la temperatura alrededor del foco, el combustible empieza a desprender partículas invisibles al ojo humano.
- 2- La concentración de partículas ascendentes, que se desprenden del material, forma humos y vapores que ya son visibles.
- 3- En presencia de la cantidad de oxígeno necesaria, los vapores se transforman en llamas, con gran aumento de los humos y desprendimiento de calor.

La duración de cada una de estas fases depende de la clase de material y de las circunstancias en cada momento.

La fase siguiente es la de **propagación**, cuya velocidad depende de factores como:

El tipo de materiales presentes en el local (mobiliario, pavimento, etc.)

La presencia de hojas sueltas

La densidad del material almacenado (disponibilidad de aire entre la documentación)

El contenido de humedad del material

La aireación del local (evacuación del humo y entrada de aire)

El incendio finaliza con su **declive** y **extinción**, ya sea por la intervención de agentes extintores, por haberse consumido el material combustible o **autoextinción** por sofocación (falta de oxígeno).

- Efectos

La combustión completa de un material orgánico, como el papel, cartón, madera, cuero, etc. conduce a la **calcinación**: pérdida prácticamente total de la materia, quedando sólo las cenizas que corresponden a las trazas inorgánicas del material (calcio, metales, etc.).

La combustión incompleta produce la **carbonización** la cual es irreversible. Las pieles y el pergamino se contraen significativamente.

Otro efecto de los incendios es la adhesión de las partículas producidas durante la combustión (el humo, hollín) en el material no incendiado. Los objetos quedan completamente ennegrecidos y malolientes por este factor.

Por último, se añade el mojado de los libros y documentos durante la extinción. El calor residual provoca un microclima ideal para el rápido desarrollo de hongos y bacterias sobre el sustrato húmedo.

1.2. Inundaciones

- Causas

Las causas que provocan los daños por agua pueden clasificarse en:

- **Causas externas:** El motivo del desastre está situado en el exterior del edificio. Todos los desastres naturales, como el desbordamiento de cauces o la penetración de agua debido a lluvias torrenciales son de origen externo. También las roturas de canalizaciones de agua en el exterior del edificio pueden considerarse como causa externa.
- **Causas internas:** Cuando el motivo de la inundación o siniestro procede de los servicios del propio edificio. La rotura de conducciones interiores de agua es la causa interna principal.
- **De origen natural.** El incidente se produce en el contexto de lluvias torrenciales por filtraciones y/o por crecidas y desbordamiento de cauces.
- **De origen accidental.** La causa proviene de la rotura en una conducción de gran caudal que bien provoca una inundación o simplemente el mojado directo del material en los estantes por la rotura de conducciones menores.

- Efectos

Cuando se produce una inundación, parte del material del local, el situado en los estantes inferiores, sufre un mojado directo de agua más o menos embarrada según el caso particular. Los muros y el pavimento también absorben gran cantidad de agua.

Una vez evacuado el agua del pavimento y el material mojado, el aire continúa saturado de humedad, ya que el agua absorbida por los paramentos se libera progresivamente al aire. Como resultado, el material de los estantes altos absorbe la humedad del aire, dilatándose hasta el punto de no caber en las baldas, y alcanzando un nivel de humedad suficiente para la **infección microbiológica**. La velocidad de esta infestación, tanto de los materiales mojados como de los humedecidos por el aire, depende, en proporción directa, de la temperatura ambiental y de la estanqueidad del aire. Las esporas de los hongos ya se encontraban en los objetos (forman parte del polvo), pero cuando comienza la infección, el moho comienza a producir más esporas que multiplican la velocidad de infección. Los libros relativamente antiguos, con presencia de colas de origen animal en sus encuadernaciones, y las emulsiones fotográficas de gelatina serán de los primeros objetos en infectarse. Otros efectos del mojado son: la **disolución de tintas solubles** en agua (pluma, sellos tampón, rotuladores, etc.), la **adhesión de los materiales entre sí** tras el secado, especialmente el papel couché antiguo y las fotografías, las **deformaciones** y la deposición de **barro**. El mojado es particularmente dañino para cierto tipo de pieles de las encuadernaciones, que quedan acartonadas, frágiles y ennegrecidas por causas químicas. Pergaminos y pieles encogen tras el secado.

2. LA IMPORTANCIA DE LOS DESASTRES COMO CAUSA DE DETERIORO EN ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS. EJEMPLOS RECIENTES

Cientos de millones de libros y documentos se han perdido en el Mundo por causa de los desastres sólo en el siglo XX². La mayor pérdida se produjo durante la Segunda Guerra Mundial

2.1. Incendios

El mayor incendio del s. XX fue el que aconteció en la biblioteca de la academia de las ciencias de Leningrado en 1988, donde fueron perdidos o seriamente dañados un total de 4 millones de ejemplares. Dos años antes, un fuego provocado en la Biblioteca Central de Los Ángeles, destruyó por completo 400.000 volúmenes, 700.000 fueron mojados en la extinción y el resto, hasta 2,1 millones, fueron dañados por el humo. En 1994, 350.000 libros y documentos históricos fueron destruidos en el incendio de la Biblioteca Central de Norwich (Reino Unido)

- Biblioteca de la Duquesa Ana Amalia en Weimar en 2004

Este reciente incendio es un ejemplo del riesgo en edificios históricos con estructura de madera en la cubierta. En el entramado del tejado se inició el fuego, al parecer por un cortocircuito, con una rápida y violenta propagación que acabó con 30.000 volúmenes, dañando otros 40.000 por humo y el agua utilizada en la extinción por los 330 bomberos que actuaron durante 2 horas.

2.2. Inundaciones

Aparte de los casos detallados más adelante, como ejemplo importante de las pérdidas ocasionadas por inundaciones naturales, podemos citar la ocurrida en 1937 en Ohio, West Virginia, Indiana, Illinois y Mississippi, donde cientos de bibliotecas fueron destruidas. La rotura de una vía principal de agua fue el motivo de los graves daños sufridos por 43.000 libros y otros objetos en la Biblioteca de la U. de Stanford en 1978. El mismo tipo de accidente dañó 2000 libros en Biblioteca de la Institución Taylor de la U. de Oxford

- La inundación de Florencia de 1966 como motivo de concienciación

Una operación internacional de rescate se puso en marcha para salvar los aproximadamente 2 millones de libros sumergidos como consecuencia del desbordamiento del río Arno en 1966 en Florencia. A consecuencia de la catástrofe, se comenzó a dar importancia al estudio y elaboración de planes de previsión y gestión de los desastres

- Ejemplos recientes

² Memory of the World: Lost Memory - Libraries and Archives destroyed in the Twentieth Century / prepared for UNESCO on behalf of IFLA by Hans van der Hoeven and on behalf of ICA by Joan van Albada. - Paris: UNESCO, 1996. - ii, 70 pp. ; 30 cm. - (CII-96/WS/1)

- Biblioteca Hamilton de la Universidad de Hawai. 2004

Una tromba de agua ocasionó una riada de agua y fango, cuya fuerza derribó los muros y reventó las ventanas y puertas de esta importante biblioteca. El agua alcanzó los 2 metros de altura en el piso inferior. La colección más dañada fue el archivo de mapas y fotografías aéreas. Aunque la biblioteca contaba con un plan de desastres, sólo un tercio de la colección de mapas pudieron salvarse. Las pérdidas (económicas) ascendieron a 34 millones de dólares y afectaron a un total de 3.000.000 de objetos en total³

- Inundaciones de Centroeuropa de 2002

Las inundaciones de Centroeuropa de 2002 tuvieron su máximo exponente en Praga. Las riadas dañaron unos 660.000 objetos documentales y alcanzó a unas 50 bibliotecas, de las cuales, las más afectadas fueron: El Instituto de Arqueología de la Academia de Ciencias Checa –afectando a 70.000 volúmenes y 120.000 fotografías, facultades de Derecho –100.000 Vol.- y de Física y Matemáticas de la Universidad Carolina de Praga, el Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias Checa y la Biblioteca Municipal de Praga que vio afectado su fondo de incunables⁴

- Biblioteca de la Facultad de Medicina de La UCM

En 1993, la rotura de una vía principal de agua corriente, unido a un alcantarillado deficiente y obsoleto que fue incapaz de absorber el caudal de la fuga, provocó la inundación de esta biblioteca. Aproximadamente 3000 libros fueron afectados.

- Colección privada, Madrid 2004.

Este es otro ejemplo de inundación accidental, ocurrida por una rotura en una tubería del suministro durante unas obras. La colección se encontraba almacenada en un sótano y la vía de agua provocó la inundación. La presencia de un inodoro en la planta evitó que el agua subiera por encima de su nivel. Los libros mojados permanecieron en el local y el brote de hongos afectó a ejemplares que no se mojaron ya que la HR se situó en el 85% con 21°C de temperatura constante.

2.3. Guerra

Estamos ante la mayor causa de destrucción del patrimonio escrito. Por un lado por la devastación generalizada; por otro, por la tendencia a la destrucción selectiva de la memoria de los pueblos sometidos.

- Guerra Civil Española

La Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Complutense de Madrid estaba en zona de combates durante la Guerra Civil. En su biblioteca se alojaban códices, incunables y otros impresos que sufrieron graves daños al

³ Loren Moreno. “Hamilton Library on slow road to recovery”. The Honolulu Advertiser, 2/10/2006. Disponible en: <http://the.honoluluadvertiser.com/article/2006/Oct/02/In/FP610220335.html> [2/10/2007]

⁴ Manethová, E. “Daños en las bibliotecas Checas”. Radio Praha, 6/9/2002. publicado en: <http://www.radio.cz/es/articulo/32092> [27/8/2003].

ser utilizados como parapeto⁵. Desgraciadamente, los fondos más valiosos de la Universidad Complutense fueron trasladados desde la Biblioteca Central de Noviciado al entonces nuevo Campus Universitario de Moncloa para preservarlos de los estragos y bombas del centro de Madrid. Fatalmente la zona de Ciudad Universitaria fue donde se llevaron a cabo los combates. Los efectos de la Guerra son bien visibles en la colección.

- 2ª Guerra Mundial

Cientos de millones de libros y documentos fueron destruidos en el transcurso de esta Guerra. Los números son escandalosamente patentes: sólo en Rusia se estima que se perdieron 100 millones; Polonia perdió 15 millones de los 22,5 millones de libros alojados en sus bibliotecas⁶; Alemania perdió la tercera parte de su material escrito, 2 millones sólo en la Biblioteca Nacional de Berlín. Otros países gravemente afectados en este sentido fueron: Checoslovaquia, Bélgica, Italia y, sobre todo, Francia.

- Biblioteca Nacional de Sarajevo

Un ataque específicamente dirigido a ello, acabó con gran parte de la memoria escrita del pueblo Bosnio, cuando el bombardeo sobre la Biblioteca Nacional de Sarajevo provocó la destrucción del 90% del material que albergaba.

3. PREVENCIÓN DE DESASTRES

Las medidas preventivas se dirigen a **disminuir el riesgo** de irrupción de un siniestro para evitar que se produzca. Por tanto se dirigen especialmente a los siniestros de origen accidental, ya que no podemos prevenir desastres naturales.

Las medidas preventivas se centran básicamente en la vigilancia sobre las instalaciones y equipos capaces de generar o permitir un incendio o una inundación y a la realización de actividades que disminuyan este riesgo.

Mediante la supervisión de las instalaciones y servicios del edificio y de su entorno inmediato –conducciones eléctricas, de agua, de gas, etc.- se localizan posibles situaciones inadecuadas que provoquen un alto riesgo cuya subsanación podría evitar accidentes capaces de derivar en un desastre.

Prevención de incendios

Para que un incendio se produzca intervienen 4 factores que deben darse simultáneamente: una fuente de chispa o calor (energía de activación), el material combustible, una concentración suficiente de oxígeno (comburente) y una reacción en cadena (propagación). La intervención sobre uno de estos factores prevendrá la irrupción del fuego.

⁵ Para mayor información sobre los sucesos, véase: Torres Santo Domingo, Marta. *Libros que Salvan Vidas, Libros que son Salvados: La Biblioteca Universitaria en la Batalla de Madrid*. En: Blanca Calvo y Ramón Salaverría (Eds.). *Biblioteca en Guerra*. Catálogo de la exposición celebrada en la Biblioteca Nacional del 15 de noviembre al 19 de febrero de 2006. ISBN: 84-88699-83-2. pp. 259-286

⁶ Suzanne Briet, *Bibliothèques en détresse*. Paris, 1949. p.21. en: *Memory of the World: Lost Memory*. Op. cit.

Las medidas preventivas que actúan sobre la energía de activación serían las dirigidas a evitar la existencia de focos de calor, como la prohibición de fumar, la ausencia de materiales eléctricos en funcionamiento, la actualización de instalaciones eléctricas obsoletas, etc. Los trabajos que conlleven un riesgo de incendio, por pequeño que sea este riesgo, deben ser motivo de atención especial.

En cuanto al material combustible, la acumulación de suciedad, polvo, restos de papel, etc., en zonas de riesgo, aumenta la posibilidad de incendio. Por ejemplo, detrás de máquinas expendedoras de bebidas, frigoríficos, etc. El desorden de papeles en zonas cercanas a posibles focos de calor (como una cafetera eléctrica, o una conexión de varios aparatos a un mismo enchufe) multiplica este riesgo. Si evitamos la presencia de material combustible innecesario, estaremos previniendo un incendio, por ejemplo, mobiliario de metal en vez de madera, ausencia de alfombras y grandes cortinas, falsas plantas sintéticas ... Evidentemente, la documentación siempre está presente, pero el orden y la inclusión en cajas, sin la presencia de hojas sueltas al aire, disminuye el riesgo de incendio.

El oxígeno es el comburente en un incendio. La ausencia de este elemento es la perfecta prevención del fuego, pero evidentemente no puede ser eliminado salvo en cámaras especiales no accesibles al personal. No obstante, existe una técnica activa para la prevención de incendios en este sentido: la ventilación hipóxica, en la que, por medio de un equipo de ventilación especial, se disminuye la concentración de oxígeno en el aire a base de elevar el contenido en nitrógeno. El aire continúa siendo respirable sin efectos perniciosos, salvo para las personas con problemas, y disminuye en gran medida el riesgo de ignición. Cuando el nivel de oxígeno desciende por debajo del 15% (en condiciones normales es del 21%) los combustibles no arden.

La reacción en cadena que permite la propagación del fuego, puede evitarse mediante la impregnación del material combustible con productos ignífugos o retardantes a la llama. En este sentido, si el mobiliario y otros elementos potencialmente combustibles son adquiridos con esta característica o son tratados para ello, estaremos previniendo la propagación y, por tanto, la formación de incendios graves.

Prevención de inundaciones

Para la prevención de inundaciones no cabe otra gestión que la de localizar las posibles causas de la entrada de agua, el estudio de posibles intervenciones en cada uno de las conducciones localizadas, para disminuir el riesgo (p. e. sustitución de una válvula obsoleta) y la supervisión y mantenimiento periódico del estado de estas conducciones.

Las conducciones con mayor riesgo en este sentido, son las de agua a presión, con gran sección y las conducciones de evacuación de lluvia que transcurran por el interior del edificio. En el caso de conducciones de evacuación de agua, el riesgo procede de roturas y, especialmente, de atrancos. Por ello, debe realizarse una limpieza periódica de estas conducciones, así como de los sumideros exteriores que recojan el agua pluvial.

4. SISTEMAS DE PROTECCIÓN ANTE DESASTRES

La protección ante desastres, esencialmente fuego y agua, se refiere a las medidas que pretenden **disminuir el impacto** del siniestro una vez este se hubiere producido. Las medidas de protección deben intensificarse en los puntos de posible origen del desastre o en actividades de riesgo, como obras de remodelación. Estas medidas, por tipo de siniestro son:

4.1. Protección contra incendios

La protección ante el fuego se basa principalmente en la compartimentación y en los sistemas de detección y extinción de incendios, que deben ser capaces de detectar el fuego en sus estados iniciales y extinguirlo provocando el menor impacto posible en los materiales. En este sentido, el tiempo que pasa desde que se origina el foco hasta que se detecta el fuego, es crucial para el desarrollo del incendio. La previsión y el sentido común es importante para diseñar un sistema de detección y extinción: el fuego no se inicia en los libros y documentos, o en el marco de un cuadro, sino (como en cualquier otro edificio) en los lugares “profanos”, cafeteras, papeleras, cuadros eléctricos... y estos son los lugares donde sería mas eficiente un control. Teniendo en cuenta las estadísticas según las cuales la mayor parte de los incendios son provocados, las zonas de acceso público o de posible introducción de objetos incendiarios desde el exterior, serían zonas de control prioritario.

- Compartimentación

Un local de gran volumen ofrece todo su contenido a las llamas en caso de incendio. La compartimentación en locales más pequeños con muros y puertas cortafuegos, limita el poder devastador al compartimento en sí. Lo mismo cabe decir en cuanto a la compartimentación en espacios verticales, como huecos de escalera o locales con altura al techo muy elevada. En este sentido, cuando la compartimentación es inviable, como en espacios históricos o en nuevos depósitos masivos asistidos por robots, deben extremarse la prevención y las demás medidas de protección: detección y extinción.

- Detección pasiva

La instalación de un sistema de detección, es un requisito obligatorio si se pretende un alto nivel de protección. Existen diversos sistemas estáticos –o pasivos- de detección con distintas sensibilidades y características, basados en sensores ópticos, térmicos, iónicos o mixtos. Los tipos de detectores pasivos y sus detalles particulares son:

- Iónicos:

Detectan la descompensación de conductividad producida por los humos entre dos células: la de medida y la de referencia. La fuente de ionización del aire de las células es un isótopo del americio.

Falsas alarmas: corrientes de aire y humos no procedentes de incendios. Aplicación: sensibles a los gases de combustión rápida con aparición de llamas.

Sensibilidad menor a fuegos que generan humos ópticamente densos (combustión de desarrollo lento). Los detectores iónicos están siendo cuestionados por razones medioambientales ya que son una fuente de contaminación radiactiva.

- Térmicos:

Se activan cuando la temperatura supera un valor umbral de temperatura. Falsas alarmas: elevaciones de temperatura no procedentes de incendios como el sol, calefacción, hornos, etc. Son los menos sensibles de todos ya que el fuego debe estar bien establecido para que el detector active la alarma. No son adecuados para responder a fuegos de desarrollo lento.

- Termovelocimétricos:

Detectan la velocidad de aumento de temperatura.

Falsas alarmas: incrementos bruscos de temperatura debidos a causas ajenas a un incendio como la calefacción, hornos, etc.

Aplicables en ambientes donde suele haber presencia de humos.

No son adecuados para responder a fuegos de desarrollo lento.

- Ópticos:

Consiste en una cámara con una fuente luminosa que proyecta un haz sobre un dispositivo fotosensible. Cuando el humo penetra en el interior de la cámara disminuye la intensidad luminosa en el receptor. La alarma se activa al llegar a un cierto nivel de oscurecimiento.

Falsas alarmas: polvo y aerosoles.

Son sensibles a los productos de combustión con partículas que generan humos densos.

- Láser:

Detección ultrarrápida en ambientes muy limpios.

Mayor sensibilidad que el detector óptico.

Falsas alarmas: polvo y aerosoles.

- Óptico-Térmico:

El detector óptico-térmico establece un criterio de detección de incendios de humos y temperatura a través de la combinación de un sensor óptico y térmico. Gracias a la asociación de los sensores (detector combinado), éstos pueden ser instalados en los lugares donde haya humos, vapor o polvo. Funcionamiento como térmico máximo o térmico diferencial combinado con sensor óptico. Menor probabilidad de falsas alarmas

- Detector de llamas:

Detectan radiaciones de llamas.

Falsas alarmas: luz solar y artificial.

Sólo detectan fuegos con llama abierta, por tanto ya desarrollados

- Detección activa

Por otro lado, el sistema que ofrece mayor seguridad en la detección precoz del fuego es el de detección dinámica por aspiración – sistema ASD-. Se trata de un sistema activo –o dinámico- de protección, que se basa en el muestreo constante del aire, que es conducido hacia una unidad que lo analiza en busca del mínimo indicio de humo. Los sistemas de detección ASD más sensibles – clase A- son hasta 1000 veces más sensibles que un detector estático, mientras que los de clase B son aproximadamente 50 veces más sensibles. Otra ventaja de este sistema, además del control activo y permanente, es la posibilidad de ocultar los puntos de muestreo, lo cual es idóneo cuando, por razones estéticas, no son admisibles los detectores puntuales. En todo caso, sea cual sea el sistema elegido (activo o pasivo), es muy importante su mantenimiento adecuado y la verificación periódica de su funcionamiento.

- Extinción

La extinción de un fuego con un agente externo se produce por tres vías: enfriamiento, atenuación y sofocación por falta de oxígeno. Mediante el enfriamiento se corta la reacción en cadena al sustraer la energía de activación. La atenuación se refiere a disminuir la conducción del calor por el aire, dificultando la propagación por convección o radiación. La extinción por sofocación hace que la llama se apague por falta de comburente pero no se produce un enfriamiento inmediato, por lo que, con altas temperaturas, la entrada de oxígeno en el sistema podría reavivar el fuego. El sistema ideal sería el que, siendo totalmente eficaz en cuanto a capacidad extintora, no produzca daño o alteración alguna en los materiales.

Agentes de extinción.

El agua es el agente extintor más eficaz. Extingue principalmente por enfriamiento pero también por sofocación, al crear una lámina barrera entre el combustible y el aire, y a que la formación de vapor de agua debida al calor produce un desplazamiento del oxígeno. Los sistemas extintores basados en el agua se diferencian por la forma de aplicación del agente, existiendo sistemas de agua a chorro, rociada, pulverizada, nebulizada o en forma de espuma. Cuanto más pequeñas sean las partículas de agua, mayor eficiencia enfriadora se produce ya que la superficie de contacto es mucho mayor. El inconveniente de la extinción por agua es el mojado de los materiales que crea los problemas posteriores bien conocidos.

Los medios de extinción no acuosos actúan principalmente por sofocación.

El polvo químico (polivalente) crea una barrera entre el combustible y el oxígeno. Se trata de un polvo ignífugo de partículas muy finas que penetran por doquier para lograr la extinción por sofocación y atenuación debida al polvo en suspensión. El polvo químico Zenithspain – CDAF ha sido especialmente diseñado para su uso en museos. Este polvo forma una película impermeable que protege a los objetos de una posterior intervención del agua.

El resto de productos de extinción no acuosos son gases utilizados casi exclusivamente en sistemas fijos de extinción, denominados de extinción limpia. Estos gases son los HFC's, gases inertes y CO₂

- Sistemas fijos de extinción a base de gases

En caso de alarma y confirmación de incendio, los gases extintores son descargados en el local. El fuego se extingue por sofocación y, sólo en el caso del CO₂, por enfriamiento, sin dejar residuo alguno sobre los objetos. De ahí la denominación de "sistemas de extinción limpia"

Todos los sistemas de extinción fijos a base de gases requieren, en mayor o menor medida, la estanqueidad del local a proteger y resistencia a la presión creada durante la descarga. Ninguno de ellos produce el lavado de humos.

El ya antiguo sistema de Halón fue retirado por causas medioambientales – afecta a la capa de ozono-, además era letal para las personas en caso de descarga y caro de instalación y mantenimiento. Los sistemas gaseosos vigentes son: dióxido de carbono, HFC's y gases inertes.

El sistema de extinción a base de dióxido de carbono, adolece de la misma peligrosidad para el personal que permanezca en el local donde se produce el siniestro. Actúa por sofocación al desplazar el oxígeno y produce también un enfriamiento originado durante la descompresión y el paso de fase líquida a gas, enfriamiento no comparable al conseguido con agua.

Los gases HFC –hidrofluorocarbonos-, actúan sólo por sofocación. No son tóxicos en la descarga, pero tienen el inconveniente (igual o más que los antiguos halones) de producir ácido fluorhídrico y/o bromhídrico en su contacto con las llamas durante la extinción, gas fuertemente corrosivo, irritante y tóxico, perjudicial para personal y bienes expuestos al gas ácido.

Los nuevos gases para la extinción, mezclas de gases inertes, tienen la ventaja de que, manteniendo sus propiedades extintoras e inocuas para el material, no son causa de peligro para las personas, ni por asfixia ni por intoxicación. Uno de estos gases para extinción es el Inergén®, constituido por un 52% de nitrógeno, 40% de argón y 8% de dióxido de carbono⁷; otros nombres comerciales de agentes extintores a base de gases inertes son: Argonfire® - 100% argón- y Argonite® - mezcla a partes iguales de nitrógeno y argón-. En caso de fuego avanzado, estos sistemas gaseosos son poco efectivos ya que su capacidad de enfriamiento de brasas es prácticamente nulo –los bomberos podrían actuar enfriando las brasas con agua-. Otro inconveniente, de importancia relativa, es el brusco descenso de humedad ambiental que puede producirse durante la descarga del gas, que afectaría a materiales sensibles a estos cambios.

- Sistemas fijos de extinción a base de agua

⁷ Welsh, E. *Inergen*. 28/3/93. Conservation DistList. Disponible en: <http://palimpsest.stanford.edu/byform/mailling-lists/cdl/1993/0208.html> [29/2/2004]

Los sistemas de agua rociada utilizan gran caudal de agua, añadiendo al daño del propio fuego, el provocado por el agua –a veces mayor-. No obstante, el material mojado puede ser recuperado y no el carbonizado o consumido por las llamas.

Mucho menor impacto tiene, en este sentido, el sistema de agua nebulizada en el que el volumen de agua utilizado es muchísimo menor, ya que el agua se aplica en forma de niebla. Por su forma de actuación, el agua nebulizada funciona de forma similar a los gases, ya que se basa en la transformación de agua en vapor de agua (un gas), absorbiendo gran cantidad de calor en ese cambio de fase, mucho más que en el caso del CO₂, y aumentando su volumen unas 1600 veces, lo que desplaza al oxígeno. Realmente lo que se produce es un aumento de la humedad relativa, más que un mojado del material. El impacto, en este sentido, no es comparable a un mojado por agua rociada y la recuperación del material húmedo es mucho más sencilla. La efectividad enfriadora, atenuante y sofocadora del agua aumenta cuanto más pequeñas son las gotas. Para considerar que se trata de agua nebulizada, las gotas deben ser menores de 300 micras, cuando los pulverizadores convencionales generan gotas de 1000 micras. Los sistemas más eficaces son capaces de generar tamaños menores a 50 micras.

- Sistema de extinción fijo de polvo químico

El departamento de restauración del Museo Thyssen, elaboró un estudio acerca del impacto del sistema de extinción con polvo químico Zenith-Spain⁸. Este estudio reveló que en todas las obras, salvo las protegidas individualmente, quedaron residuos de polvo, el cual, produce compuestos ácidos al cabo del tiempo.

| Acción | Gases inertes | HFC's | CO₂ | Rociadores | Agua Nebulizada |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------|
| Extinción | SI (se requiere estanqueidad) | SI (se requiere estanqueidad) | SI (se requiere estanqueidad) | SI | SI |
| Enfriamiento | NO | NO | SI | SI | SI |
| Lavado de humos | NO | NO | NO | NO | SI |
| Descarga accidental | | | | | |
| Seguridad para las personas | SI | SI | MUERTE | SI | SI |
| Seguridad para los bienes y equipos | SI | SI | SI | SI | SI |
| Descarga con fuego | | | | | |
| Seguridad para las personas | SI | NO | MUERTE | SI | SI |
| Seguridad para los bienes y equipos | SI | NO | SI | NO | SI |

⁸ Departamento de restauración del Museo Thyssen – Bornemisza . Sistemas alternativos para la extinción y la previsión de incendios.

http://www.museothyssen.org/pdf/restauracion/proyectos_de_investigacion/Sistemas_alternativos_Extincion_y_prevision_ES.pdf [24/11/2009]

- Extintores portátiles

La protección mediante sistemas portátiles de extinción debe ser prevista incluso en el caso de contar con un sistema fijo. En el marco del proyecto European FIRE Heritage Network “COST Action C17”, se evaluaron los diferentes sistemas de extinción manual⁹, con la conclusión de que los extintores más adecuados son los de agua nebulizada siempre que el encargado de la extinción haya sido previamente instruido. Estos extintores portátiles a base de agua nebulizada pueden ser utilizados con seguridad sobre material eléctrico. Existen también boquillas de nebulización para acoplar en las mangueras de emergencia. No obstante, cuando el material es muy sensible al agua (p. e. tintas solubles) se menciona la opción de los extintores de dióxido de carbono para focos puntuales. Los extintores de polvo polivalente convencional, cuando son aplicados sobre el material ardiendo, forman una cáscara que es difícil de eliminar sin dañar el objeto, por lo que no serían los más adecuados para su uso sobre el patrimonio.

- Extintores portátiles con disparador automático.

Una opción intermedia entre un sistema fijo y los extintores manuales, son los extintores provistos de un sistema de disparo automático que responde a un detector de calor incluido en el extintor. En las pruebas realizadas, el sistema con extintor de agua nebulizada, resultó recomendable como complemento a la extinción manual con extintores portátiles. Pueden ser situados en puntos de riesgo alto (p. e. frente a máquinas cafeteras)

- Protecciones específicas: cajas y cámaras ignífugas

Los contenedores individuales para libros y documentos ofrecen una larga lista de beneficios para la conservación de los objetos que aloja; beneficios relacionados con la protección ante factores ambientales y el desgaste por el uso. Pero también ofrecen una valiosa protección en caso de incendio. Por un lado retrasan en cierta medida la ignición del material, ya que un grupo de hojas sueltas arde con mayor facilidad que la superficie compacta de la caja. En este sentido, el cartón compacto ofrece más protección que el cartón corrugado por la estructura aireada de este último. Ciertas cargas minerales en el cartón pueden retrasar más la ignición.

Otra gran ventaja de los contenedores es la protección ante el daño por humo; el objeto permanecerá limpio si está resguardado. También protegen del mojado en la extinción.

Los libros y documentos de importancia vital para una colección, pueden ser protegidos integralmente en cámaras ignífugas, donde se encuentran protegidos ante catástrofes de cualquier tipo.

9 Geir Jensen. Hand Held Fire Extinguishing Equipment for Museums and Historical Buildings COST Action C17 – WG 2 Meeting. 9th December 2004, Vienna

4.2. Protección contra inundaciones

- Detección

La detección temprana de una fuga de agua o de la inundación del pavimento, es una clave importante para aminorar el daño producido por el siniestro (parece existir cierta tendencia fatal para que estos accidentes se produzcan en días u horas de poca afluencia, p. e. el incidente de la Facultad de Medicina de la UCM ocurrió durante el puente de mayo). Existen dispositivos de protección contra el agua que al ser mojados emiten una señal de alarma. Evidentemente deben controlarse los puntos conflictivos, como conducciones de agua o puntos de desagüe. Este sistema puede ser de tres tipos:

- El propio sensor emite la alarma. Tiene el inconveniente de no oír la alarma si estamos lejos.
- El sensor envía la señal de alarma por radiofrecuencia a una central. Tiene la ventaja de su fácil instalación pero también el riesgo de mal funcionamiento por interferencias.
- Un cableado une los sensores con la central. Este es el sistema más seguro pero con mayor coste de instalación.

- Sistemas de desalojo de agua

El desalojo del agua de una inundación, equivaldría, en cierta medida, a la extinción del fuego en un incendio.

- Desagües

La presencia de puntos de desagüe en el pavimento de los locales de almacenamiento es un arma de doble filo. Por un lado puede ser trascendente en caso de una inundación por causa de una rotura en las conducciones. Por otro lado puede constituirse en el problema al ser una posible vía de entrada de agua en caso de lluvias torrenciales si el sistema de alcantarillado de la zona se encuentra obstruido o es deficiente. Para evitar esto, los desagües deben estar equipados con válvulas seguras que pudieran accionarse sólo en caso necesario, o con sistema de válvulas de retención o anti-retorno.

- Bombas

En el caso de inviabilidad de los desagües para el desalojo del agua acumulada, debe hacerse uso de bombas para elevar el agua hacia el exterior en el caso de sótanos inundados. En ese caso deberá preverse anticipadamente la vía por la cual bajaría el conducto de evacuación.

- Bloqueo de hipotéticas entradas de agua

Cuando existe riesgo de entrada de agua por puertas exteriores, puede preverse un sistema de bloqueo, tipo "trampilla", para evitar o al menos entorpecer la inundación interior.

- Protecciones directas

Una de las acciones a realizar, como protección del material ante posibles inundaciones, es dejar un espacio prudencial entre el pavimento y la primera balda.

Las cajas individuales ofrecen una primera protección muy valiosa a libros y documentos ante un siniestro por agua. En el caso de rotura de tuberías, goteras, etc., el interior permanecerá protegido durante un inestimable periodo de tiempo. En el caso de inundaciones más importantes, la protección es más limitada pero, dependiendo del tipo de cartón y modelo de caja, puede resistir un tiempo precioso.

El empaquetado del material en bolsas de plástico termoselladas, como el empaquetado al vacío, ofrece una perfecta protección ante el mojado. En lugares de riesgo extremo, puede considerarse el uso de este sistema que, por otro lado, ofrece otra serie de ventajas en cuanto a la conservación y almacenamiento.

Las cámaras de seguridad ante todo tipo de desastres, también resguarda al material más valioso ante una eventual inundación a gran escala, siempre que estén diseñadas para ello.

5. SISTEMAS DE RECUPERACIÓN TRAS UN DESASTRE

La fase de recuperación se refiere a las actuaciones necesarias para el **retorno a la situación anterior al siniestro** (aunque con las "bajas" producidas), tanto en lo referente al material documental como al local siniestrado. Nos centraremos en la recuperación de libros y documentos.

5.1. Daño por fuego

Si tomamos aisladamente el daño producido por fuego, sin combinar con el mojado, la recuperación consiste principalmente en la limpieza de material carbonizado y del hollín depositado sobre la documentación no afectada por el fuego.

Los libros afectados por las llamas pueden ser limpiados de cenizas y zonas carbonizadas y reservarlos para su restauración. En este sentido, el empaquetado plástico al vacío (siempre que el objeto esté completamente seco) preservará al ambiente del típico olor acre del papel quemado.

La limpieza del humo adherido (siempre en seco, sin la intervención de líquido alguno) puede llevarse a cabo con aspirador y esponjas de látex, generalmente comercializadas con el nombre "goma de humo". Estas esponjas absorben el hollín y luego pueden ser lavadas para reutilizarlas un número limitado de veces. También son útiles, en este sentido, las bayetas atrapapolvo de un uso. En todo caso, la primera operación, para una limpieza lo más eficiente posible, es la aspiración de la superficie sin frotar excesivamente, ya que el hollín se adheriría más dificultando su eliminación.

Es muy difícil la eliminación completa de las partículas de combustión con estos medios ya que el hollín penetra en los pequeños intersticios del material y su naturaleza grasa hace que se adhiera al sustrato. Otro producto para la limpieza del hollín son las gomas de borrar amasables, de tacto pegajoso, que

son capaces de limpiar más cantidad de humo, pero que su uso es lento y, por tanto, reservado a lo más valioso.

Un nuevo sistema para la limpieza de libros afectados por el humo, es el que utiliza hielo seco. Cristales de CO₂ en estado sólido son proyectados a gran velocidad contra la superficie a limpiar¹⁰. El hielo se convierte posteriormente en gas, sin dejar resto alguno. Es un método abrasivo pero controlable y ha dado buenos resultados en las pruebas realizadas.

El olor a quemado que desprenden los libros tras un incendio es muy persistente y es otro de los problemas que requiere una solución para la recuperación del estado inicial. El olor está relacionado con la cantidad de humo presente en los objetos y con los compuestos orgánicos volátiles (COV) asociados a las partículas de combustión, por lo que, a mayor limpieza efectuada, mayor olor eliminado. Pero la limpieza total es imposible y el olor es persistente. Para la solución de este asunto se han utilizado diversas técnicas, entre ellas, el uso de gases desodorantes y la ozonización. En el primer caso se produce más un enmascaramiento del olor con otro olor, cuya combinación es, a veces, más desagradable. Además los productos que permanecen en los objetos pueden producir reacciones de envejecimiento. En cuanto al uso del ozono para la eliminación del olor, sometiendo al material a este gas en una cámara especial, hay que decir que es un método efectivo pero al mismo tiempo perjudicial para el material tratado. El Ozono es un gas fuertemente oxidante y descompone los COV's, eliminando el olor. Pero esta oxidación también afecta por oxidación a las tintas y a los soportes orgánicos de la documentación.

El único método totalmente seguro es la ventilación del material y purificación del aire a base de filtros de carbón activado, alúmina o zeolitas activadas con permanganato potásico, etc., mitiga el olor y, manteniendo esta purificación, el olor desaparecerá a medio plazo. Los purificadores portátiles son un recurso en caso de que no exista un sistema fijo de ventilación en los locales. Otro método, aún no testado para su uso en patrimonio, es la eliminación de estos VOC del flujo de ventilación, por oxidación térmica.

Pequeñas cantidades de material, se pueden alojar en contenedores relativamente estancos (p. e. bolsas, baúles, etc.) donde se introduce una bandeja con bicarbonato de sodio u otro material absorbente expuesto. El producto absorberá el olor a medio plazo.

5.2. Recuperación de libros y documentos mojados

El problema más habitual tras un desastre, ya sea por fuego o, naturalmente, por agua, es el mojado del material. Su recuperación está directamente relacionada con el secado. Un tratamiento químico o por radiaciones para esterilizar el material infectado no sirve de nada si no se logra secar el material para evitar un rebrote. Una vez conseguido el objetivo del secado, es cuando pueden comenzarse las labores de limpieza de restos de hongos (con aspirador de filtro HEPA) y los tratamientos de restauración. El nivel de

¹⁰ Randy Silverman. *Fire and Ice: A Soot Removal Technique Using Dry Ice Blasting*. International Preservation News, nº 39, oct. 2006. disponible en: <http://archive.ifla.org/VI/4/news/ipnn39.pdf> [22/11/2009]

afección y el tipo y tamaño de la colección determina un abanico de situaciones diferentes.

Tras una inundación, los materiales que no se hayan mojado directamente pueden desarrollar el moho si permanecen en el local, ya que la humedad ambiental subirá como ya se explicó anteriormente. Pero en muchas ocasiones es inviable el traslado de todo el material a locales secos; en estos casos no queda otra opción que actuar sobre el medio para evitar la infección, manejando tres variables: la ventilación, la deshumidificación del aire y el descenso de la temperatura. En caso de contar con un sistema de climatización que funcione, es importante aumentar el caudal de ventilación y ajustar la temperatura a un nivel bajo. El movimiento del aire también puede ser conseguido colocando ventiladores en el local siniestrado. La deshumidificación se consigue con deshumidificadores portátiles de condensación (no de calentamiento del aire) vaciando el depósito regularmente. Los deshumidificadores deben estar siempre asociados al movimiento del aire. En el plan de previsión de siniestros, se recopilará un directorio de proveedores (alquiler) para estos y otros recursos necesarios para la recuperación.

5.2.1. Primeras medidas

En primer lugar hay que tener presente la documentación fotográfica de la situación, sobre todo si la causa del siniestro es de origen externo, para la determinación de responsabilidades y para la captación de recursos.

Una vez controlada la causa del siniestro o amainado el temporal, debe dotarse al local de una ventilación adecuada y hacer descender en lo máximo posible la humedad y la temperatura ambientales como ya se apuntó. Si el local no está dotado de sistema de climatización, o no funciona, puede hacerse uso de sistemas externos, con conductos de plástico flexible, o ventiladores combinados con deshumidificadores portátiles.

El material mojado debe ser evacuado, de forma priorizada, a la zona prevista para los trabajos de recuperación, donde los libros y documentos serán tratados siguiendo el protocolo del método de recuperación elegido: envolver en plástico e introducción en cajas será lo mínimo habitual. Las cajas más adecuadas son las de plástico tipo rejilla, ya que no se debilitan si se mojan y permiten la aireación e incluso el secado si se utiliza uno de los métodos masivos para ello.

Es importante que todos los materiales para los trabajos estén dispuestos: mesas, plástico o bolsas, cajas... En algún caso, puede ser necesario eliminar el fango del exterior de los libros o fajos de documentos con un chorro atenuado de agua corriente o en recipientes con agua limpia. Durante el tiempo de espera de los materiales mojados para su estabilización, conviene que se encuentren en un lugar bien iluminado. La luz es un factor de inhibición de la infección microbiológica, pero sólo afecta a las capas exteriores.

5.2.2. Métodos de estabilización de libros mojados

El material que no vaya a ser secado de forma inmediata, debe ser **estabilizado** para evitar (o, en su caso, detener) la infección por hongos y bacterias de todo tipo, la cual puede aparecer a las 48 horas si los factores ambientales son favorables para ello. Si existieren garantías de acceso

inmediato a algunos de los procedimientos de secado masivo, el material podrá prepararse directamente para su introducción en las cámaras de secado explicadas más adelante.

La estabilización permitirá tomarse el tiempo necesario para considerar detenidamente el método de secado más conveniente, y permite tratar grupos manejables de documentación para su secado. Los materiales metálicos o sintéticos no están sujetos al ciclo biológico. Esto afecta sobre todo a los soportes de almacenamiento digital, los cuales deben ser conservados húmedos para la mejor recuperación de los datos (ver más adelante).

El método de estabilización por excelencia es el congelado, que detiene el metabolismo de hongos y bacterias, así como la difusión por capilaridad del agua (el corrimiento de tintas) aunque existe otra posibilidad: el almacenamiento en atmósfera sin oxígeno, que también detiene el desarrollo microbiológico, aunque no la extensión del agua. Ninguno de estos dos métodos puede ser considerado como de erradicación, sino de paralización temporal de la infección.

La limpieza del moho con torundas de algodón impregnadas en etanol, tampoco es un sistema de eliminación de la infección, sino que actúa también como fungistático ya que no afecta a las esporas, las cuales pueden reinfectar el sustrato si su contenido en humedad se mantiene. No obstante podría ser una técnica adecuada para limpiar el micelio en materiales ya infectados, inmediatamente antes de secar el material al aire, pero al frotar el soporte, los hongos pueden penetrar más entre las fibras, dificultando la limpieza por aspiración una vez secos.

La congelación puede ser realizada, dependiendo de la cantidad de material y la situación concreta, en cámaras comerciales, camiones frigoríficos o cámaras frigoríficas industriales modulares. Todo lo que vaya a ser congelado debe ser previamente envuelto en plástico (p.e. plástico de cocina), introducido en bolsas de autocierre o envasado al vacío, para evitar el pegado de las unidades entre sí al congelarse. Las cajas de archivo mojadas serán desechadas, conservando la etiqueta de identificación del contenido en el interior del paquete. Siempre que sea posible, sobre todo en el caso de fotografías y documentos en papel cuché, debe intercalarse entre cada documento una lámina de papel encerado o fieltro fino de poliéster (Reemay). Cuanto más rápida sea la congelación, los cristales de hielo formados serán más pequeños y dañarán menos la estructura del soporte, recomendándose temperaturas de entre -20 a -30°C. Cualquier material puede ser congelado; fotografía¹¹, pieles y pergamino pueden ser afectados físicamente por la congelación, pero más se deteriorarían permitiendo su biodegradación si la cantidad afectada no hace viable su secado inmediato.

La otra forma de estabilización, en atmósfera anóxica, puede ser realizado de dos formas diferentes:

La primera, mediante el empaquetado del material en bolsas selladas de plásticos especiales de baja permeabilidad al oxígeno, incluyendo en su interior productos absorbentes de oxígeno como Ageless®Z o el sistema RP-K, ambos de Mitsubishi Chemicals. Este sistema presenta un peligro: si por fallos en el

¹¹ Emergency salvage of photographs. NEDCC. http://hosted.lib.uiowa.edu/flood/phot_salvage.html

sellado o poros en el plástico, se produce una penetración de oxígeno, se crearía un ambiente propicio para el efecto contrario, es decir, el desarrollo acelerado de la biodegradación.

La otra opción consiste la introducción en cámaras o burbujas especiales en las que se introduce gas inerte hasta el desplazamiento total del oxígeno. El sistema es más seguro al poderse controlar de forma segura la concentración de oxígeno en el interior de la cámara.

Teniendo en cuenta que los discos duros han de mantenerse húmedos, el envasado anóxico sería conveniente para evitar la corrosión oxidativa de los materiales metálicos.

5.2.3. Método de secado de libros y documentos

- Secado al aire

El secado al aire es el método más sencillo y viable si se dispone del local, el tiempo y el personal necesario. Si el material se ha estabilizado previamente por congelado, al extraer del congelador los paquetes que van a ser secados, han de alcanzar la temperatura ambiental antes de ser desenvueltos ya que la humedad del aire se condensa sobre la superficie fría. En el caso material fotográfico, el secado al aire es el método menos agresivo. Una vez descongeladas las fotografías, pueden ser separadas cuidadosamente y extendidas para su secado. Las diapositivas, en lo posible, se desmontarán de su marco, montándose de nuevo una vez secas. Es muy recomendable la inmersión en una solución de humectador fotográfico (Kodak Photoflo) de las diapositivas y, en general, negativos en plástico, antes de su secado. Los rollos de negativos pueden colgarse desenrollados, colocando en su extremo inferior una pinza de oficina tipo Bulldog.

El papel secante de alta absorción es ideal para acelerar el secado pero es un producto caro (aunque puede ser secado y reutilizado numerosas veces). En su defecto, el papel para periódicos (sin imprimir) es la solución más económica y, en situaciones desesperadas, periódicos viejos.

Los documentos pueden ser tendidos en cuerdas o extendidos sobre papel. Los carros de secado al aire utilizados en artes gráficas son muy útiles para la extensión de los documentos en las bandejas. Las rejillas de plástico apiladas sobre listones también son útiles para ello. En resumidas cuentas, cualquier sistema que permita la extensión de las hojas mojadas será beneficioso. En el caso del material encuadernado, las hojas deberán mantenerse abiertas en abanico, intercalando papeles secantes o abriéndolos por distintas partes durante el secado.

En todo momento debe mantenerse la circulación y deshumidificación del aire con el uso de ventiladores y deshumidificadores portátiles, así como temperaturas frescas: forzar el secado con aire caliente puede dar lugar a la irrupción del moho antes del secado completo por las altas temperaturas. Un sistema que ofrece buenos resultados es el túnel de secado, que puede ser realizado de forma sencilla de la forma siguiente:

- El túnel puede formarse colocando mesas alineadas cubiertas con plástico. El plástico puede fijarse colocando sillas u otros objetos sobre los faldones laterales.
- La circulación del aire en el interior del túnel se consigue colocando un ventilador dirigiendo la corriente hacia la entrada y otro extrayendo el aire a la salida. En túneles muy largos pueden colocarse ventiladores intermedios.
- Los deshumidificadores no tienen porqué ser instalados en el interior del túnel. Se trata de secar el aire de la estancia donde se lleve a cabo el secado. En todo caso podría ser más efectivo situarlo en las cercanías de la entrada del túnel.
- El acceso al material (p.e. para el cambio de papeles secantes) se realizaría fácilmente por los laterales.
- De ser posible, el secado se realizaría de forma más adecuada en locales refrigerados.

La deformación de los libros es un factor a tener en cuenta como una de las desventajas del sistema de secado al aire. Para evitarlo en lo posible, los volúmenes pueden apilarse en horizontal con peso cuando el secado es casi completo pero aún queda cierto grado de humedad, intercalando y sustituyendo periódicamente hojas de papel seco.

- Secado por empaquetado al vacío

El sistema de secado por empaquetado al vacío fue ideado por Nicholas Hadgraft y Stuart Welch en la segunda mitad de la década de los 90¹² y fue uno de los métodos usados para la recuperación del material tras las inundaciones que afectaron a Praga en 2002¹³. Se basa en el empaquetado al vacío del libro mojado situando hojas de papel secante por el exterior de las tapas¹⁴, aunque en los trabajos de recuperación de Praga se usaron periódicos para el secado. El movimiento del agua desde el material mojado hasta el secante es mucho más rápido a baja presión. Una de las ventajas del sistema radica en la ausencia de deformaciones importantes en el resultado final. También se menciona la facultad del procedimiento para evitar adhesiones entre las hojas, incluso tratándose de papel couché, pese a la presión ejercida por el vacío. Los libros han de ser empaquetados sucesivas veces cambiando el papel hasta el secado completo, lo cual se consigue en 3 ó 4 días de media¹⁵, tras un mínimo de 8 empaquetados. El total de empaquetados hasta seco depende de varios factores como cantidad de agua absorbida o tipo de papel. El empaquetado al vacío parece inhibir el desarrollo de hongos y bacterias. En el resultado final se

¹² Hadgraft, Nicholas; Welch, Stuart . "Vacuum-packing and its implications for library, archive and related materials". Paper conservation news nº 89. 1999. pp. 12-14 . ISSN: 0140-1033

¹³ Conservation by Design, Ltd. "Drying books from the Prague floods of 2002 using vacuum packing". Publicado en: http://www.conservation-by-design.co.uk/slideshows/prague_book_drying/ [26/5/2008]

¹⁴ El proceso completo de este método de secado puede seguirse en: <http://www.staff.ncl.ac.uk/owen.bradford/technique.html>

¹⁵Nicholas Hadgraft and Stuart Welch "Vacuum Packing and its implications for Conservation and Preservation of Library, Archive and Related Materials". Paper Conservation News, Number 89, March 1999. Disponible en: <http://www.conservation-by-design.co.uk/flood.html>

advierten ligeras deformaciones, pero los volúmenes permanecen planos¹⁶. Este método no es adecuado para el secado de fotografías.

Durante la recuperación de los libros de Praga, se eligió este método como el más adecuado, pero insuficiente para abordar los miles de libros que necesitaban secado. Por ello, se utilizó en el material más valioso, secándose alrededor de 5000 libros con este método de los 140000 que permanecían congelados.

- Secado por congelación

En el interior de los congeladores se produce un paulatino secado de los materiales. Podemos comprobar cómo una barra de pan acaba secándose en el interior del congelador si no es envuelta en plástico. La principal ventaja del secado por congelación reside en que el agua no pasa por la fase líquida y, por tanto, los problemas derivados de ello, como los corrimientos de tintas solubles o el pegado entre las hojas, se atenúan. Este tipo de secado es, no obstante, bastante lento aunque se mencionan casos de secado de 200 ó 300 libros en un periodo de 2 a 4 semanas¹⁷. El material debe ser introducido sin envoltorio plástico. En todo caso, para evitar deformaciones, pueden envolverse en material transpirable como vendas de gasa. Al extraer los objetos del congelador, se introducirán rápidamente en bolsas de plástico para evitar la condensación de la humedad atmosférica sobre la superficie del artefacto ya seco. Los congeladores “no frost” son los más indicados para este método de secado ya que la ventilación interior favorece el secado.

- Secado por vacío

La temperatura de ebullición de un líquido (en este caso el agua) depende de la presión. A muy bajas presiones (vacío), el agua pasa a la fase de vapor de modo acelerado. Este es el fundamento del secado al vacío, que se realiza en cámaras especiales, utilizadas en procesos de las industrias farmacéutica y alimentaria (deshidratación de alimentos). En este método, el agua sí pasa por la fase líquida, por lo que el peligro de adhesiones o difusión de tintas solubles existe. No es un sistema de secado recomendable para material fotográfico. Como el secado se realiza completamente en el interior de la cámara, es importante, sobre todo en el caso de material encuadernado, que los objetos se encuentren bien colocados para evitar en lo posible las deformaciones. En este sentido, se pueden envolver los libros con polietileno fino (tipo de cocina), dejando al descubierto los cortes de cabeza y pie (por donde se evaporará el agua), o con vendas de gasa. Una forma óptima de colocación sería en el interior de cestas de plástico colocando los libros tallados en lo posible, en filas apretadas (con el lomo hacia arriba) y protegiendo los volúmenes de los

¹⁶ Tacón Clavaín, J. *El secado de libros por empaquetado al vacío. Estudio de un caso práctico*. Documentos de trabajo de la Biblioteca Histórica Marqués de Valdecilla. 2008/02 Universidad Complutense de Madrid. 2004. ISSN: 1699-4612 <http://www.ucm.es/BUCM/foa/doc9854.pdf>

¹⁷ John M. McCleary. Vacuum freeze-drying, a method used to salvage water-damaged archival and library materials: a RAMP study with guidelines. General Information Programme and UNISIST. UNESCO 1987. ap. 5. “Alternate methods of drying”. Disponible en: <http://www.unesco.org/webworld/ramp/html/r8707e/r8707e00.htm#Contents>

extremos del contacto directo con la rejilla, mediante láminas de cartón (de lo contrario se marcará).

- Secado por congelación y vacío (liofilización)

Al igual que en el secado por congelación, este método se basa en el paso del agua del estado sólido al gaseoso directamente, sin pasar por el estado líquido. La diferencia es la aceleración del proceso de secado al llevarse a cabo a muy bajas presiones. La liofilización se realiza en cámaras especiales, también usadas sobre todo en las industrias farmacéutica y de alimentación. En este caso se puede aplicar lo mismo que en el método anterior en cuanto al peligro de deformaciones y cómo evitarlas. Este método puede ser utilizado para material fotográfico, salvo para procesos al colodión (positivos, placas de linterna, ambrotipos, tintipos...) que pueden ser destruidos en este proceso¹⁸

- Secado en horno de secado para madera¹⁹.

Este método se aplicó para el secado de la mayor parte de los materiales afectados en las inundaciones de Praga. Se realiza en cámaras de secado de madera a base de altas temperaturas y control de la humedad. El método utilizado en el caso de Praga, incluía la colocación de los libros en pilas, separados por losas, papeles y fieltros, colocando en la parte final de cada pila un peso. Cerca de 100.000 volúmenes se secaron mediante este método, la evaluación posterior dejó ver que el secado en horno para madera sólo podía ser considerado para la recuperación de materiales no destinados a su conservación a largo plazo, ya que muchos quedaron inutilizables por la deformación.

- Recuperación de datos en discos duros mojados, discos ópticos y magnéticos.

Las empresas especializadas en recuperación de datos aconsejan que no se intenten secar los discos duros. Lo mismo podría ser aplicable a discos ópticos y magnéticos. Estos soportes deben ser mantenidos mojados en el interior de bolsas de plástico con el fin de evitar la corrosión y el secado de la suciedad, para que los especialistas puedan limpiarlos sin dañar la superficie de los discos. Como se dijo, se evitará con mayor seguridad la corrosión si se conservan en atmósfera anóxica.

El procedimiento de recuperación se basa en el desmontaje de las carcasas y la limpieza de las unidades físicas (discos) para el posterior montaje en carcasas nuevas. Los CD y DVD pueden ser limpiados por inmersión en soluciones de detergentes neutros no iónicos, como el citado Kodak Photoflo.

¹⁸ Emergency salvage of photographs. NEDCC.

http://hosted.lib.uiowa.edu/flood/phot_salvage.html

¹⁹ *Emily Ray* The Prague Library Floods of 2002: Crisis and Experimentation. *Libraries & Culture* 41.3 (2006) 381-391.

http://muse.jhu.edu/journals/libraries_and_culture/v041/41.3ray.html