



TIES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior

PRESERVACIÓN Y ACCESO A OBJETOS DIGITALES FUERA DE LÍNEA: EXPERIENCIAS EN LA FILMOTECA DE LA UNAM

DOI: 10.22201/dgtic.26832968e.2024.9.6

Gerardo León Lastra (gleonl@unam.mx)
*Universidad Nacional Autónoma de México,
Filmoteca. Ciudad de México, México.*

Manuel Comi Xolot (mcomi@hotmail.com)
*Universidad Nacional Autónoma de México,
Filmoteca. Ciudad de México, México.*

Gustavo Lucio José (lfgustavo@unam.mx)
*Universidad Nacional Autónoma de México,
Filmoteca. Ciudad de México, México.*

Luis Felipe Maciel Mercado (l_f_mm@hotmail.com)
*Universidad Nacional Autónoma de México,
Filmoteca. Ciudad de México, México.*

Fecha de recepción: abril de 2023 • Fecha de publicación: febrero de 2024

<https://www.ties.unam.mx/>

Febrero 2024 | número de revista 9 • ISSN 2683-2968

Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM

Esta obra está bajo licencia de Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

PRESERVACIÓN Y ACCESO A OBJETOS DIGITALES FUERA DE LÍNEA: EXPERIENCIAS EN LA FILMOTECA DE LA UNAM

Resumen¹

Se comparte la estrategia seguida en la Filmoteca de la UNAM para la preservación y acceso a largo plazo de ejemplares digitales de obras cinematográficas. La estrategia se diseñó durante la planeación de la integración del Laboratorio Cinematográfico de Restauración Digital (LCRD) de la Filmoteca. El plan incluyó el diseño y desarrollo del sistema de Control Logístico del Acervo Filmico (CLAF) para la gestión de activos digitales (MAM por sus siglas en inglés) en un almacenamiento en dos niveles —“en línea” y “fuera de línea”— que identifica y relaciona los ejemplares cinematográficos con sus contenedores, y estos con su ubicación espacial. Este diseño facilitará adaptar CLAF y sus procedimientos a un almacenamiento jerárquico para automatizar múltiples procesos de preservación y acceso.

La preservación del acervo digital de la Filmoteca peligró a corto plazo, dado que su dimensión ya alcanzada ha tornado imposible la ejecución manual, frecuente y periódica de la suma de comprobación de su fijeza. Para eliminar esta amenaza, se describe con detalle la metodología que facilitará la automatización de la comprobación periódica de la fijeza mediante la indispensable integración al LCRD de una librería de cintas.

Palabras clave:

Preservación digital, suma de comprobación de fijeza, almacenamiento jerárquico, librería de cintas, migración de datos.

¹ En este artículo se emplean las cursivas para términos en inglés, las **negritas** al definir o dar nuestra interpretación de un término y subrayaremos para enfatizar palabras.

PRESERVATION AND ACCESS OF OFF-LINE DIGITAL-OBJECTS: EXPERIENCES AT UNAM'S FILM ARCHIVE

Abstract

The strategy followed at UNAM's Film Archive for the long-term preservation and access of digital moving images is described. While planning the film digitization and restoration laboratory (LCRD for its Spanish acronym), this strategy included the design and development of a media asset management system (CLAF for its Spanish acronym) using 2 tier storage – “on line” and “off line”. CLAF identifies and establishes relationships amongst archive assets, its containers and their physical location. With this design, it will be relatively easy to adapt CLAF and its procedures to three levels of tiered-storage in order to automate processes of preservation and access.

Given the size already reached by Filmoteca's digital archive, its short-term preservation is under menace, since it is now impossible to manually execute with frequent periodicity its fixity check sum. To get rid of this threat, a tape library must be integrated into our LCRD lab. This integration will be relatively easy to do given the methodology followed and which is described in detail.

Keywords:

Digital preservation, fixity checksum, tiered storage, tape-library, data migration.

PRESERVACIÓN Y ACCESO A OBJETOS DIGITALES FUERA DE LÍNEA: EXPERIENCIAS EN LA FILMOTECA DE LA UNAM

1. Introducción

El último trimestre de 2014, la Filmoteca integró su “Laboratorio Cinematográfico de Restauración Digital” (*LCRD*) e inició la digitalización de obras cinematográficas de su acervo fílmico preservándolo en cintas magnéticas digitales. Desde el inicio del proyecto se identificó que después de algunos años de digitalizar películas se tornaría indispensable integrar una librería de cintas magnéticas para garantizar la preservación y el acceso a los productos de este laboratorio.

En enero de 2024 el acervo digital de la Filmoteca acumulaba 780 horas digitalizadas correspondientes a 1,601 títulos. Una sola copia, de las dos que se preservan, ocupaba más de 790 *terabytes* almacenados en 302 cintas *LTO-6*. Estas cifras seguirán creciendo hasta rebasar un estimado de 10 *petabytes* al concluir la digitalización del acervo fílmico —o más de 40 *petabytes* si aumentáramos la resolución de fotogramas de 2K a 4K—, como es conveniente.

Para gestionar el acervo fílmico de la Filmoteca y previo a la inminente integración del *LCRD*, utilizamos *software libre*, en la Filmoteca iniciamos en 2013 el diseño y el desarrollo en grandes fases o módulos del

sistema para el “Control Logístico del Acervo Fílmico” (*CLAF*). Este es un sistema *híbrido* que apoya la gestión de ejemplares en soporte *fílmico* y en soporte *digital*²; que utiliza códigos de barras (*CB*) para identificar los contenedores de ejemplares —latas, estuches de cintas, cintas, cajas, etc.— y utiliza otro *CB* para su ubicación a modo de coordenadas espaciales en las diferentes bóvedas de preservación. Además, *CLAF* permite visualizar en línea los *proxys* de las películas digitalizadas en baja resolución, el levantamiento del inventario físico y el control de proyectos de digitalización [1].

Desde su integración y hasta enero del 2024, el *LCRD* consta de una red local de 10Gbps que comparte almacenamiento de 73TB tipo *SAN* en *RAID-6* (120TB crudos) con dos escáneres de película cinematográfica, dos unidades de lectura/escritura (*i/o* por sus siglas del inglés) de cinta lineal abierta de sexta generación (*LTO-6* por las siglas del consorcio *Ultrium* [2]), estaciones de trabajo y

²El soporte digital son los bits que conforman cualquier objeto digital y debe distinguirse de su medio físico de almacenamiento que irremediamente es temporal [4, pp. 124-126]. Contrastando con el hecho de que el soporte digital puede preservarse por tiempo indefinido si se toman las acciones requeridas.

servidores virtualizados. A la fecha, CLAF gestiona más de 14,694 ejemplares³.

2. Datos y metadatos

Base de datos de CLAF

En [1] se expone un comparativo de modelos relacionales de las entidades principales o “nucleares”: el de CLAF, el modelo de referencia propuesto por la FIAF [3], y el empleado por el Instituto Británico del Film (BFI por sus siglas del inglés). Nuestro modelo identifica las obras cinematográficas y describe las características físicas y lógicas de los correspondientes ejemplares disponibles, incluyendo datos de su proveniencia y aspectos legales de propiedad. Todos los metadatos de contenidos cinematográficos y los datos para la gestión —como grupos de usuarios y privilegios, tareas de ubicación/recolección de contenedores, bitácoras e históricos de préstamos, etc.— se almacenan en una base de datos SQL, a excepción de los metadatos de fijez de ejemplares digitales cuyo manejo se describe más adelante.

Identificación de contenedores

En la Filmoteca empleamos el término **contenedor** para referirnos genéricamente a latas para guardar rollo(s) de filme y a cintas magnéticas LTO para almacenar objetos digitales. Utilizamos un entero de 32 bits para identificar cada contenedor de manera única. Habiendo planeado la futura integración de una librería de cintas, el formato del código de barras para identificar cintas y sus estuches, se hizo acorde a la especificación del consorcio LTO Ultrium [5]. Este código incluye la generación LTO a que pertenece la cinta [6] para facilitar su manejo empleando librerías de citas con unidades de i/o de diferentes generaciones de LTO.

Ubicación de contenedores

La Filmoteca cuenta con 16 bóvedas con estantería para preservar los ejemplares fílmicos y digitales. En CLAF denominamos **nicho** a un volumen claramente delimitado por postes y charolas o cualquier tipo de separador del estante (ver figura 1).



Figura 1. Tres pilas de film en 1 nicho.
Fuente: elaboración propia.



Figura 2. Acervo digital en LTO.
Fuente: elaboración propia.

El identificador de cada nicho en código de barras (ver figura 2) está organizado a modo de coordenadas espaciales estructurado con las siguientes componentes:

bóveda+nivel+número de anaquel+cara del anaquel+número de columna del anaquel+guión separador+número de entrepaño+espacio separador+dígito verificador

En donde el “+” significa “seguido de”

Al colocar contenedores en algún nicho de la estantería⁴, el operador establece la relación entre los CBs que identifican los contenedores y el CB del nicho en que se depositaron. Para estas tareas, se utiliza una aplicación ejecutada en un dispositivo móvil con un lector de CB integrado; misma aplicación que facilita la recolección posterior de contenedores. El método también facilita

³ También soporta la migración paulatina de sus más de 60,000 ejemplares fílmicos registrados en un catálogo iniciado en la década de 1990. Desde 2018, cada que se accede a un ejemplar fílmico este se revisa, se identifican sus latas con CBs, se migran sus metadatos de estado físico a CLAF y se da de baja del antiguo catálogo.

⁴ Estos identificadores también se utilizan para indicar talleres y laboratorios de la Filmoteca por donde los contenedores transitan temporalmente.

el trabajo eventual de reubicación y re-etiquetado de contenedores con *CBs* dañados o desprendidos⁵.

3. El contenedor de objetos digitales

Todo acervo de objetos digitales tiene que almacenarse, al menos por duplicado [7], en algún tipo de memoria cuyo soporte físico denominaremos **contenedor de objetos digitales (COD)**. El método de preservación que describiremos no depende ni del tipo de objeto ni de la tecnología del *COD*, por lo que convenimos en este artículo que el acervo digital se preserve en *CODs* como discos ópticos o de estado sólido, cintas o discos magnéticos, etc. Siendo la preservación una actividad continua [8], es indispensable revisar periódicamente los *CODs* y el estado de los objetos digitales que almacenan.

La preservación de un objeto digital debe prevenir o, cuando menos, detectar la más mínima alteración causada por el fenómeno *bit flip* [9]. La técnica para detectar cuando este fenómeno ya afectó⁶ a un objeto digital se conoce como *fixity checksum* [10] o “suma de comprobación de la fijeza”, a la que en lo subsecuente nos referiremos como “chequeo de fijeza” o simplemente “fijeza”. Esta técnica se apoya en algún algoritmo para calcular funciones de dispersión empleadas en criptografía [11]. El algoritmo debe de aceptar como entrada cualquier secuencia ordenada de *bits*, —como son los archivos de objetos digitales—, sin importar su tamaño ni lo que representa. El resultado calculado por el algoritmo será otra secuencia pequeña de *bits* conocida como *digest*, o *checksum* o *hash*. El quid del uso del algoritmo para checar la fijeza es que al repetir el cálculo sobre la misma entrada siempre obtendremos el mismo resultado, pero ante la misma entrada alterada en uno o más de sus *bits* obtendremos un *checksum* diferente.

Explicaremos dos *scripts* que emplean el paquete *FCIV* [12] con *MD5*⁷. Un *script* se usa para hacer **copiado**

íntegro a *CODs* de preservación. El otro se utiliza periódicamente para revisar los contenidos digitales de cada contenedor y el estado físico de los *CODs*.

Copiado íntegro

La figura 3 ilustra los tres pasos de un copiado íntegro. Después de efectuar los tres pasos de la figura 3, cuando la copia es íntegra, los archivos *fciv1.XML* y *fciv2.XML* serán idénticos, lo que se verifica comparándolos con un comando del sistema de archivos.

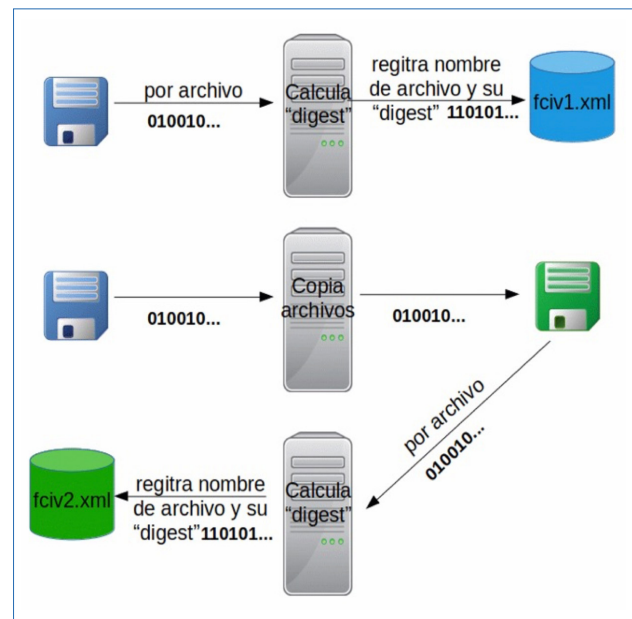


Figura 3. Flujo para verificar la integridad del copiado del COD azul al COD verde. Fuente: elaboración propia.

Por último, el *.XML* con los metadatos de fijeza se copia al *COD* que contiene los objetos digitales referenciados dentro del *.XML*. Esta es una solución práctica ya que almacenar los *.XML* por fuera de su *COD*, aumentará la complejidad del sistema y el trabajo de chequeo de la fijeza.

A modo de ejemplo, la figura 4 muestra un extracto del *.XML* resultante al aplicar nuestro *script* a los 86,400 archivos con fotografías *DPX* de una película digitalizada. En estos archivos *.XML*, cada par de etiquetas `<FILE_ENTRY></FILE_ENTRY>` delimita un par `<name></name>` con el nombre del archivo de un fotograma y otro `<MD5></MD5>` con su correspondiente *digest*, este último representado en “*base64*” y no en hexadecimal como es más usual [13].

⁵ En el caso del soporte filmico se adhieren dos etiquetas identificadoras, una en el lomo de la lata y la otra en una depresión de la tapa junto a otra etiqueta descriptiva del contenido.

⁶ No es posible anticipar las pérdidas por *bit flip*, de ahí la recomendación de copiar por triplicado.

⁷ *MD5* es menos demandante en recursos de cómputo que *SHA* cuyas cualidades de robustez criptográfica no interesan en la preservación.

```
<?XML version="1.0" encoding="utf-8"?>
<FCIV>
  <FILE_ENTRY>
    <name>MiArchivo_1.dpx</name>
    <MD5>bL/ZGbqnyeA8hHGUTY+LsA==</MD5>
  </FILE_ENTRY>
  <FILE_ENTRY>
    <name>MiArchivo_2.dpx</name>
    <MD5>x9-yeA8hHGUTY-9RAyOtGbqn</MD5>
  </FILE_ENTRY>
  :
  :
  <FILE_ENTRY>
    <name>MiArchivo_86400.dpx</name>
    <MD5>9eQu8hHGUTYp86cORhOP46hJ</MD5>
  </FILE_ENTRY>
</FCIV>
```

Figura 4. Extracto de un .XML para el copiado íntegro y el monitoreo de la fijeza.

El *script* para el copiado íntegro acepta estructuras arborescentes raíz-subcarpetas-archivos; la ruta o *path* de cada archivo se incluye como prefijo de cada nombre (omitido en el ejemplo). La verificación de integridad informa cuando la comparación de los .XML difiere, en cuyo caso el copiado debe reintentarse.

Revisión periódica de metadatos de fijeza

El *script* para la verificación periódica de la fijeza se apoya en el mismo principio que el copiado íntegro (ver figura 3), salvo porque en su primer y único paso trabaja con el contenido del COD verde para producir un nuevo .XML que se compara contra el .XML almacenado en el COD.

La ejecución del script detectará cualquier daño, ya sea electromecánico del COD o por *bit flip*.

Ante los daños, se tiene la esperanza de recuperar documentos dañados de la segunda copia que también debe ser sujeta a la verificación periódica de la fijeza de su contenido, —si bien la recomendación del NDSA [7] es copiar por triplicado—.

Necesariamente, la verificación periódica de la fijeza incluye la revisión del estado físico del COD, esto es que pueda leerse sin problemas.

Convenciones de estructura de CODs en la Filmoteca

Haciendo nuevamente referencia a la figura 3, el COD azul corresponde con almacenamiento masivo en NAS/SAN utilizado para depositar temporalmente los trabajos de digitalización y restauración digital; el COD

verde corresponde a cintas magnéticas LTO-6. Después de obtener dos copias en LTO-6 con sus metadatos de fijeza, la fuente se elimina del NAS/SAN para reutilizar el espacio de almacenamiento en nuevos proyectos de digitalización, restauración, conformación, cambios de formato y acceso a ejemplares digitales del acervo.

Al digitalizar una película y producir ejemplares en diferentes formatos, los objetos digitales resultantes se organizan en lo que denominamos una **unidad de respaldo**. La unidad de respaldo es el árbol de carpetas, subcarpetas y archivos que penden jerárquicamente de una raíz. Cada raíz corresponde a un proyecto de digitalización y recibe un nombre único compuesto por un folio seguido del nombre del título que CLAF registra y administra; sus subcarpetas reciben nombres de acuerdo con su contenido y convenciones adoptadas como “<número de rollo>”, “DPX”, “WAV”, “DCP”, “Full HD”, “h.264”, etc. Esta organización se respeta en los copiados íntegros a LTO y es recuperable.

4. Almacenamiento jerárquico

En esta sección se describen las operaciones para acceder a los ejemplares digitales y se establece el vocabulario para aclarar el funcionamiento del almacenamiento en niveles (*tiered storage*). Después, se exponen conceptos de almacenamiento jerárquico en tres niveles, su arquitectura y las componentes de una librería de cintas. Concluimos enumerando sus beneficios.

Acceso a los contenidos del acervo

Usando CLAF, cuando un usuario quiere acceder a algún ejemplar del acervo, tiene la opción de visionar un *proxy* de baja resolución (380x280 pixeles en formato h.264)⁸ de manera inmediata bajo video en demanda y puede solicitar otro ejemplar del mismo título en más alta resolución como *Full-HD* o *DCP*. Ante solicitudes de alta resolución, puesto que nuestro almacenamiento no permite mantener todo el acervo en discos, el ejemplar solicitado tiene que obtenerse de alguna LTO. Entonces, quien atiende la solicitud toma de su nicho la cinta LTO con el ejemplar solicitado, monta la cinta en una unidad de *i/o* de LTO y copia el ejemplar al almacenamiento en discos del NAS/SAN. Aunque el ejemplar ya

⁸ Este *proxy* invariablemente se genera en la unidad de respaldo de todo proyecto de digitalización y/o restauración. Al concluir el proyecto, su *proxy* se copia a otra unidad lógica de 4TB dedicada exclusivamente a soportar el visionado en línea de los títulos en soporte digital.

en discos puede visualizarse en el laboratorio LCRD, lo común es prestar la copia al solicitante para proyectarla en algún lugar como salas de cine digital o por televisión, incluso, publicarla en video en demanda por la Web si el formato del ejemplar es el adecuado. Nuevamente, la copia del ejemplar en discos eventualmente se eliminará para reutilizar el espacio.

Almacenamiento en dos niveles

Se dice que un ejemplar **está en línea** cuando existe una copia en disco y en ese momento puede reproducirse; en nuestro caso el disco corresponde al almacenamiento NAS/SAN. Decimos que un ejemplar **está fuera de línea** cuando el material está en cinta o genéricamente en un COD que carece de prestaciones para reproducir sus ejemplares de manera inmediata y en tiempo real (ver figura 5).

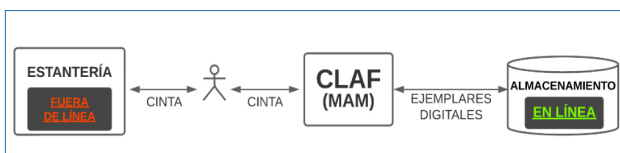


Figura 5. Almacenamiento en dos niveles.

Fuente: elaboración propia.

Almacenamiento jerárquico en tres niveles

Se dice que un ejemplar **está cerca de línea**, cuando la LTO que lo contiene está bajo el control de una librería de cintas como la que describiremos (véase la figura 6). Las librerías de cintas son un componente para integrar un **almacenamiento jerárquico en tres niveles**: en línea, cerca de línea y fuera de línea [14]. Si el lector utiliza otro tipo de COD para preservación como discos

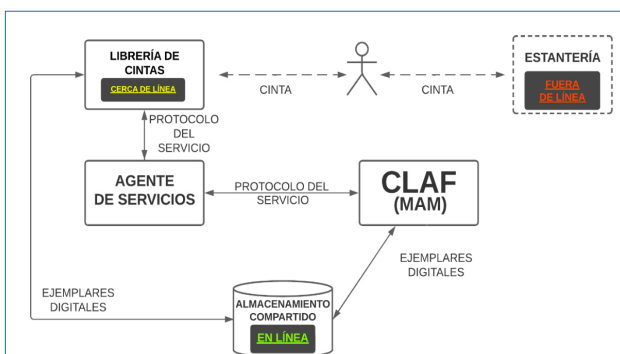


Figura 6. Arquitectura del almacenamiento en tres niveles.

La estantería puede omitirse si la librería tiene capacidad suficiente. El ideal es mantener por triplicado librerías espejo remotas. Fuente: elaboración propia.

ópticos o magneto-ópticos, estos mismos niveles pueden soportarse con rocolas o *jukeboxes* de discos ópticos o magneto-ópticos en lugar de una librería de cintas. Ambas memorias jerárquicas son lógicamente equivalentes.

En la figura 6 se muestra una posible arquitectura de almacenamiento jerárquico en tres niveles:

- La librería de cintas monta o desmonta en unidades de i/o las cintas LTO bajo su control; sus contenidos están cerca de línea.
- Un sistema MAM similar a CLAF.
- Otro sistema que denominamos agente de servicios de la librería para el MAM.
- El almacenamiento de rápido i/o, en donde temporalmente residen copias de los ejemplares en línea.
- Estantería para cintas cuyos contenidos están fuera de línea.

Entre los servicios que el agente ofrece al MAM, dos son básicos: el de lectura que pone en línea ejemplares digitales solicitados, y otro de escritura para copiar íntegramente a LTO unidades de respaldo con metadatos de fijez e informar al MAM en cuál cinta copió cada unidad de respaldo. El agente también administra la reutilización del espacio en línea.

La fotografía en la figura 7 muestra el interior de una librería de cintas típica. La librería de cintas consta de:

- Una colección de nichos que aceptan solo una cinta LTO por nicho. Cada cinta tiene su CB que la identifica de manera única.

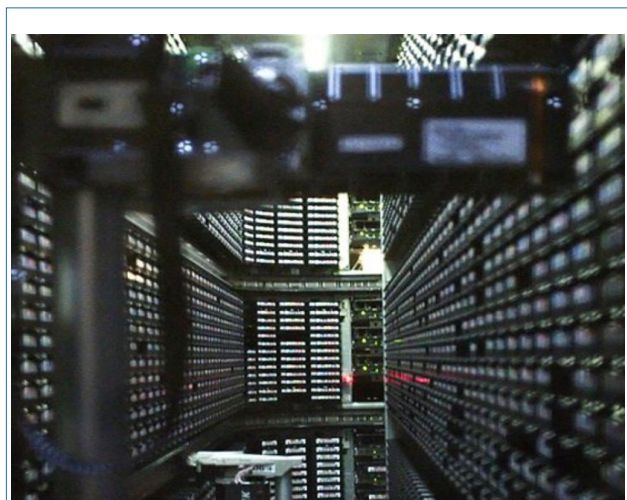


Figura 7. Fotografía del interior de una librería, cortesía de Derrick Coetzee (CCO 1.0).

Fuente: <https://bit.ly/3OJfYO6>.

- Drives de *i/o* de *LTO*, para una o más generaciones *LTO*, (no visibles en la fotografía).
- Uno o más brazos robóticos (al frente en la fotografía). Cada brazo “conoce” las coordenadas espaciales de cada cinta en sus nichos; coloca o retira *LTO*s de los nichos y de las unidades de *i/o*, de acuerdo con su generación *LTO* indicada en su *CB*.
- Un sistema que administra procedimientos de alimentación, movimiento y retiro de cintas, que “conoce” el identificador y la ubicación de cada *LTO* bajo su control.

Aplicaciones del almacenamiento jerárquico en tres niveles

Este almacenamiento jerárquico puede automatizar tareas de acceso y preservación con el beneficio de eliminar la posibilidad de omisión o error por su ejecución manual como hoy se hace en la Filmoteca. Las tareas cotidianas que una librería de cintas puede automatizar son:

- El copiado íntegro a *LTO* de nuevos objetos digitales cuando ingresan al acervo.
- La puesta en línea de ejemplares solicitados, lo que aminora los tiempos para su acceso.
- La automatización del chequeo periódico de la fijeza, en beneficio de la preservación del acervo. Proceso que puede detectar e informar sobre ejemplares dañados, e incluso apoyar y tomar acciones para eliminar los daños.

Además, y para enfrentar el continuo cambio tecnológico —que afecta y encarece la preservación del soporte digital—, el almacenamiento en tres niveles puede crecer para mantener cerca de línea cantidades gigantescas (del orden de *exabytes* [14]) y ayudar para controlar otros procesos eventuales e ineludibles como:

- Renovar el soporte físico (*COD*) o sustituir aquellos que se detecten dañados.
- Migrar todo un acervo copiándolo de manera íntegra a *CODs* de diseño más reciente y económico. El caso particular de la evolución de generaciones *LTO* es interesante [6].
- Transcodificar objetos digitales a nuevos formatos para la preservación de su reproducibilidad.

5. Conclusiones

La preservación y el acceso a los ejemplares digitales de imágenes en movimiento de una filmoteca similar a la de la UNAM, demandan enormes cantidades de almacenamiento para su preservación y hacen incosteable su

almacenamiento en línea o en la nube [15]. Desde que iniciamos la digitalización del acervo, en la Filmoteca elegimos las cintas *LTO* pues el costo por *byte* almacenado es el más bajo entre las múltiples opciones tecnológicas, además de que son un medio estable para conservar la fijeza de los datos por largos períodos de tiempo.

Las dos copias del acervo digital de la Filmoteca de la UNAM, hoy ocupan más de un *petabyte* en cintas *LTO* y han sido gestionadas desde 2015 con su sistema *CLAF*. Los procesos de acceso y chequeo de la fijeza requieren intervención manual que los hace susceptibles al error o la omisión. Las dimensiones ya alcanzadas de este acervo justifican plenamente la integración de una librería de cintas *LTO* para automatizar esos procesos en almacenamiento jerárquico en tres niveles.

En el artículo se describió cómo se organiza en *CLAF* el acervo digital, preparándolo para una relativamente fácil integración de una librería de cintas. La descripción se hizo de manera que los principios, arquitectura y técnicas empleadas puedan ser adaptadas a otros ambientes en que se utilice almacenamiento fuera de línea en contenedores digitales diferentes a las *LTO*.

Una arquitectura jerárquica de almacenamiento en tres niveles ofrece la posibilidad de automatizar: 1) el copiado íntegro de nuevos contenidos, 2) las sumas de comprobación de la fijeza periódicas a todo el acervo, y 3) el acceso a los ejemplares del acervo. Además, puede aprovecharse para controlar una eventual e ineludible migración o renovación de contenedores de objetos digitales, y para apoyar potenciales cambios de formato en respuesta al continuo cambio tecnológico. Finalmente, debe ser claro que la introducción de esta arquitectura a cualquier filmoteca o acervo digital de grandes dimensiones aumentará la confiabilidad y el horizonte de tiempo de preservación y acceso, optimizando costos de infraestructura tecnológica.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Guadalupe Ferrer Andrade el haber depositado su confianza para integrar el *LCRD* y desarrollar *CLAF*, y a Hugo Villa Smythe, actual Director de la Filmoteca de la UNAM, por dar continuidad a estos proyectos. También es necesario reconocer la dedicación y calidad del trabajo de Genaro Pantoja Hernández y de Ever Iván López López, quienes cotidianamente y por varios años han digitalizado películas en el *LCRD*.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] León Lastra G., Manuel Comi, Gustavo Lucio y Luis F. Maciel, "Sistematización del Acervo Fílmico de la Filmoteca de la UNAM", 2017. En Rodríguez, Perla y Munera Fernández. *Conectando los saberes de bibliotecas, archivos y museos (BAM) en torno a la preservación de documentos analógicos y de origen digital*, pp. 153-172, IIBI-UNAM 2019, México, ISBN 978-607-30-1543-1.
- [2] Ultrium LTO, <https://www.lto.org/> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [3] Fairbairn, Natasha, et al. "The FIAF Moving Image Cataloguing Manual". L. Tadic y N. Goldman (eds.), *FIAF Cataloguing and Documentation Commission, 2016*. Disponible en agosto de 2017 en <https://www.fiafnet.org/pages/E-Resources/Cataloguing-Manual.html> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [4] León Lastra G., "Situación actual y futura de la preservación del acervo digital de la Filmoteca de la UNAM", 2021. En Rodríguez, Perla O. coordinadora, Creadores de memoria. *Los archivos sonoros y audiovisuales en México*, pp. 123-141, IIBI-UNAM 2021, México. Disponible en: <http://sistemas.iibi.unam.mx/publica20/conmutarl.php?arch=1&idx=394> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [5] IBM "LTO Ultrium Cartridge Label Specification (Revision 6) Part Number 19P0034 EC - M10321", Feb., 2009. Disponible en <https://www.ibm.com/support/pages/ibm-lto-ultrium-cartridge-label-specification> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [6] Ultrium LTO, "Roadmap", 2023. Disponible en <https://www.lto.org/roadmap/> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [7] National Digital Stewardship Alliance (NDSA), "Levels of Digital Preservation", versión 2, 2019. Disponible en <https://nds.org/publications/levels-of-digital-preservation/> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [8] Trevor Owens, "La teoría y el oficio de la preservación digital". Coord. Isabel Galina Russell. Trad. Pedro Ángeles Jiménez et al., 2022, *Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM*. ISBN: 978-607-30-7031-7.
- [9] Robert Elder, "What causes bit flips in computer memory", 2023. Disponible en <https://blog.robertelder.org/causes-of-bit-flips-in-computer-memory/> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [10] Consultative Committee for Space Data Systems (CCSDS), "Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS)", 2012. *Recommended Practice, CCSDS 650.0-M-2, Magenta Book. Management Council of the Consultative Committee for Space Data Systems, USA*. Disponible en <https://public.ccsds.org/pubs/650x0m2.pdf> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [11] National Digital Stewardship Alliance (NDSA), "Checking your digital content", 2014. Disponible en <https://www.digitalpreservation.gov/documents/NDSA-Fixity-Guidance-Report-final100214.pdf> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [12] Internet Archive, "Files for FCIV_v2_05", https://archive.org/download/FCIV_v2_05 [Consultado en febrero 6, 2024].
- [13] Malte Hillmann, "fcivparser", 2017. Disponible en <https://github.com/MalteHillmann/fcivparser/blob/master/md5.xml> [Consultado en marzo 30, 2023].
- [14] Wikipedia, "Memory hierarchy", 2023. Disponible en https://en.wikipedia.org/wiki/Memory_hierarchy [Consultado en marzo 30, 2023].

[15] Coordinación de Nuevas Tecnologías e Informática (CoNTI), “Reporte sobre costos para mantener una copia espejo en la nube del acervo digital de la Filmoteca de la UNAM”. *Reporte interno de la Coordinación de Nuevas Tecnologías e Informática para la Dirección General de Actividades Cinematográficas, UNAM*, noviembre de 2018.

Fecha de recepción: 28 de abril de 2023

Fecha de publicación: febrero de 2024

Cómo se cita

G. León Lastra, G. Lucio José, M. Comi Xolot, L. F. Maciel Mercado. “Preservación y acceso a objetos digitales fuera de línea: experiencias en la Filmoteca de la UNAM”, *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, no. 9, febrero 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ties.unam.mx/> [Consultado en mes día, año].