

## DESAFÍO UNIVERSIDAD - EMPRESA

*Esta necesidad tecnológica forma parte del Concurso de Proyectos de I+D+i y/o consultoría en colaboración Universidad – Empresa “Desafío Universidad Empresa” 2025 organizado por la Fundación Universidades y Enseñanzas Superiores de Castilla y León.*

### TÍTULO DE LA DEMANDA TECNOLÓGICA A RESOLVER

#### Referencia:

NT78

#### Título de la demanda tecnológica propuesta

Preservación Analógica, Integridad de Datos Digitales y Eficiencia Algorítmica.

#### Acrónimo:

PAIDDEA

#### Áreas de interés de la demanda tecnológica

(Principal) Tecnologías y ciberseguridad

#### Resumen:

Se plantea la demanda tecnológica de encontrar algoritmos de codificación más eficientes para la preservación de datos digitales en soportes analógicos.

*PALABRAS CLAVE: Preservación, integridad, algoritmo, codificación, eficiencia, IA.*

### DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD DEMANDADA

#### 1.- Descripción de la demanda tecnológica.

El concepto de preservación de archivos de información va más allá de la conservación, para garantizar de forma permanente, y sin riesgos, la disponibilidad para el futuro del archivo preservado, manteniendo íntegro su contenido, su extensión original y sus atributos constitutivos.

Las técnicas de digitalización, que facilitan la conservación de archivos de datos en soportes digitales, presentan vulnerabilidades para la preservación: rápida obsolescencia de los equipos y programas informáticos que les dan soporte, incertidumbres inherentes a los recursos tecnológicos, carencias en los sistemas de mantenimiento y seguridad, falta de legislación que ampare estos procesos,...

En consecuencia, la preservación de archivos en soportes digitales no ofrece garantías y se convierte en un procedimiento poco fiable, con riesgo de alteración o pérdida de datos, lo que ha hecho necesario la configuración de soportes analógicos para la preservación de datos digitales.

El modelo al respecto está inspirado en el soporte analógico del sonido en las películas ópticas de cine, donde se hibridan una banda central de fotogramas ópticos con dos bandas laterales donde se encuentra una codificación óptica del sonido convertido en datos digitales, análoga a la que utilizan los “compact disc” de música y en los “códigos QR”, para garantizar la integridad del sonido. En concreto, la integridad de los datos digitales de sonido se garantiza con dos tipos de algoritmos estándar, que permiten la detección y corrección de posibles errores: un código de redundancia, típicamente el denominado Cross-Interleaved Reed-Solomon Code (CIRC), junto con una función de verificación, del tipo función hash o checksum, típicamente, Secure Hash Algorithm 1, SHA-1, o Cyclic Redundancy Check 64, CRC-64). Ambos algoritmos son eficientes detectando y corrigiendo en tiempo real un número determinado de errores, y así garantizar la integridad del sonido, acompasado con el ritmo temporal de las imágenes que se proyectan desde la película cinematográfica.

A partir de esta idea, se ha implantado la preservación de todo tipo de datos digitales (sonido, imágenes, textos,...) en el soporte analógico que proporcionan las películas ópticas, garantizando su integridad mediante los mismos algoritmos (CIRC, SHA-1) utilizados en la digitalización del sonido.

Ahora bien, la eficacia de esos algoritmos, en cuanto a su capacidad para detectar y corregir más o menos errores, está condicionada por el uso para el que fueron diseñados: permitir en tiempo real la codificación y decodificación. Teniendo en cuenta la relación proporcional que existe entre la capacidad y el tiempo en los algoritmos de codificación (una mayor capacidad de corrección de errores requiere un mayor tiempo de codificación), y que en los procesos de preservación sería posible disponer de más tiempo para la ejecución de los algoritmos de codificación, se plantea la demanda tecnológica de encontrar algoritmos de codificación más eficientes para la preservación de datos digitales en soportes analógicos.

## 2.- Antecedentes.

A comienzos del siglo XXI la gran cantidad de datos digitales generados por las películas cinematográficas planteó un reto para su preservación a largo plazo, dada la vida útil relativamente limitada de los soportes de almacenamiento digital, que venía implicando migraciones constantes a nuevos soportes digitales, generando gasto de recursos.

A la vez, se había identificado la excelente estabilidad a largo plazo de los soportes analógicos de esas películas. Por ejemplo, el soporte de poliestar que ofrecía la “Easmant Kodak Company” a finales del siglo XX garantizaba una durabilidad de más de 500 años para películas en color, y más de 1000 años para películas en blanco y negro. De hecho, ya en la década de 1960 se había planteado la idea de almacenar datos digitales de imágenes en películas. Por otro lado, en la industria cinematográfica ya se venía utilizando la propia película de cine para almacenar digitalmente el sonido de la película, mediante sistemas como el Dolby Digital o Sony SDDS, donde los datos de sonido se sitúan en la película en dos bandas laterales, reservando la franja central para los fotogramas con las imágenes.

En particular, la integridad de los datos digitales se asegura mediante algoritmos de codificación del sonido, que detectan y corrigen errores, adoptados a partir del estándar establecido por Cross-Interleaved Reed-Solomon Code (CIRC) patentado por Sony Corporation en 1983 para los

Compac Disc (CD) de música, que luego se extendería a los Digital Versatile Disc (DVC) de video, Blu-ray Disc (BD), etc. A ello se pueden unir algoritmos de verificación, mediante funciones hash o checksum, adoptadas a partir de los estándares Secure Hash Algorithm 1, SHA-1, o Cyclic Redundancy Check 64, CRC-64.

La ventaja adicional de este sistema de almacenamiento de datos de sonido es que pueden ser leídos por un escáner óptico, lo que confiere al sistema una estabilidad respecto de los avances tecnológicos presentes y futuros. Surgiría así el interés actual por utilizar los materiales de las películas ópticas de cine para la preservación analógica a largo plazo de todo tipo de datos digitales, dando lugar a una industria conocida como “bits on film”.

Esta industria a su vez ha generado tanto sus propias demandas tecnológicas como un ámbito específico de investigación, en el que se busca generar mayores capacidades de almacenamiento y mayores garantías de integridad.

En ese contexto destaca la colaboración establecida en Alemania entre la Technische Universität Braunschweig y la empresa CinePosproduktion GmbH, así como el sistema de preservación creado en Noruega por la empresa tecnológica Piql, con el soporte del Research Council of Norway y la Unión Europea. La empresa demandante viene utilizando precisamente este sistema tecnológico Piql en sus procesos de preservación digital en soportes analógicos.

### 3.- Posibles enfoques del proyecto de investigación.

La integridad de la preservación de datos digitales es un ámbito de interés para las entidades públicas y privadas, no sólo en lo que se refiere a datos actuales que deban ser preservados a efectos de dar fe de determinadas decisiones trascendentes (desde el acta de un Consejo de Administración a la expedición de un Título Universitario), sino muy especialmente para garantizar el futuro de la preservación del patrimonio audiovisual e impreso, más allá de su digitalización. Las tecnologías para lograr esa preservación y sus fundamentos científicos son por tanto un ámbito de confluencia de los intereses de la sociedad y de la investigación de las universidades, en conexión con las empresas del sector.

En ese contexto, desde nuestra empresa buscamos una respuesta a esta demanda tecnológica, que requerirá analizar, diseñar, desarrollar y experimentar algoritmos de codificación más eficientes que garanticen la integridad de los datos digitales preservados en soportes analógicos, mediante el sistema tecnológico Piql. Estas serían por tanto las etapas del posible enfoque de un proyecto de investigación que pudiera aportar avances en la solución de la demanda planteada:

- Análisis de los algoritmos de codificación CIRC utilizados en el sistema Piql.

Para llevar a cabo este análisis la empresa facilitará la información y contactos con el personal técnico de Piql.

- Diseño de algoritmos de codificación más eficientes que CIRC.

Para llevar a cabo ese diseño la empresa plantea la utilización de modelos de inteligencia artificial, basados en algoritmos genéticos o algoritmos de aprendizaje autónomo, que partiendo del código CIRC utilizado en el sistema Piql lo hagan evolucionar para alcanzar nuevos códigos más eficaces, que puedan ser incorporados al sistema Piql.

- Desarrollo práctico de los algoritmos de codificación diseñados, a partir de su implementación autónoma (como sistemas de codificación de datos digitales) y su integración dentro de los procesos de preservación del sistema Piql

Para llevar a cabo este desarrollo, la empresa facilitará la información y contactos con el personal técnico de Piql.

- Experimentación con archivos de datos digitales reales, cuya preservación presente características singulares. Por ejemplo, ejemplares digitalizados de manuscritos, incunables o libros históricos, de alto valor cultural.

Para llevar a cabo esta experimentación la empresa facilitará los materiales físicos (película y maquinaria) y los procesos necesarios para la preservación digital de datos digitales, previos y posteriores a los algoritmos de integridad (codificación y verificación) objeto de la demanda tecnológica, como son la digitalización de los datos (información y metadatos), los protocolos de seguridad (acceso y autenticación), etc.

Cabe añadir a este enfoque de la integridad desde la codificación, un enfoque complementario desde la criptografía, en el que se abriría una extensión del reto hacia los algoritmos para garantizar que el acceso a los datos preservados sólo podrán hacerlo las personas autorizadas mediante un sistema de claves criptográficas adaptado a partir de los utilizados en el ámbito de la ciber-seguridad (principalmente Elliptic Curve Cryptography, ECC).

#### 4.- Enfoques sin interés.

No son objeto de esta demanda tecnológica aquellos procesos previos y posteriores, que unidos a los algoritmos que garantizan la integridad, se requieren para la preservación analógica de datos digitales, y que son facilitados por la empresa interesada.

---

***Si desea remitir una propuesta de solución tecnológica (proyecto de investigación y/o consultoría) deberá enviar el formulario de participación (ANEXO II), descargable en [www.redtcue.es/desafio](http://www.redtcue.es/desafio) a una de las direcciones de correo electrónico que se indican en las bases del concurso, inicialmente antes del 18/12/2025. Por favor, confirme esta fecha en la web en la web del concurso.***

[Acceso a información general del concurso](#)