

# Modelización de costes de la preservación digital: un caso abierto

## Digital Preservation Cost Modeling: An Open Case

Carmen Díez-Carrera; José-Ramón Cruz-Mundet

Cómo citar este artículo.

Díez-Carrera, Carmen; Cruz-Mundet, José-Ramón (2024). "Modelización de costes de la preservación digital: un caso abierto". *Profesional de la información*, v. 33, n. 2, e330221.

<https://doi.org/10.3145/epi.2024.0221>

Artículo recibido el 25-01-2024  
Aceptación definitiva: 22-03-2024



**Carmen Díez-Carrera** ✉

<https://orcid.org/0000-0002-4255-4410>

Universidad Carlos III de Madrid  
Madrid, 126

28903 Getafe (Madrid), España  
[carmen.diez@uc3m.es](mailto:carmen.diez@uc3m.es)



**José-Ramón Cruz-Mundet**

<https://orcid.org/0000-0001-6260-8976>

Universidad Carlos III de Madrid  
Madrid, 126

28903 Getafe (Madrid), España  
[joseramon.cruz@uc3m.es](mailto:joseramon.cruz@uc3m.es)

### Resumen

Conocer, medir y parametrizar cuánto cuesta la preservación digital permanente ha sido objeto de atención desde los primeros estudios a mediados de los 90 del siglo pasado. Establecer un modelo para el cálculo de los costes de la preservación digital es una aspiración que consume esfuerzos considerables, ha dado algunos frutos, pero aún no ha alcanzado su objetivo. La preservación digital permanente es por ahora incapaz de contestar a la sencilla pregunta de ¿cuánto vale? Así, sin un modelo para el cálculo de los costes, es difícil de adoptar decisiones oportunas, que implican la adopción de compromisos financieros a largo plazo. Por ello, el objeto central de este trabajo es analizar los diferentes proyectos y medir los avances hacia un futuro modelo operativo y aceptado. Nos proponemos analizar la continuidad de los modelos empíricos desarrollados y las características de las últimas propuestas, para obtener una imagen lo más precisa posible del estado en el que se halla la cuestión.

### Palabras Clave

Activos Digitales; Cálculo de COSTES y Beneficios; Preservación Digital Permanente; Modelos de Costes; Análisis de Riesgos; Objetos Digitales; Desafíos de la Preservación Digital; Factores de Costes; Rentabilidad de la Preservación Digital; Supervivencia de Modelos.

### Abstract

Knowing, measuring and parameterizing how much permanent digital preservation costs has been the subject of attention since the first studies in the mid-90s of the last century. Establishing a model for calculating the costs of digital preservation is an aspiration that consumes considerable efforts, has borne some fruits, but has not yet reached its objective. Permanent digital preservation is currently unable to answer the simple question of how much that its costs? Thus, without a model for calculating costs, it is difficult to make timely decisions, which imply the adoption of long-term financial commitments. Therefore, the central objective of this work is to analyze the different projects and measure progress towards a future operating and accepted model. We propose to analyze the continuity of the empirical models developed and the characteristics of the latest proposals, to obtain the most precise image possible of the state of the issue.

### Keywords

Digital Assets, Costs and Benefits Calculation, Long Term Digital Preservation, Costs Models, Risk Analysis, Digital Objects, Challenges of Digital Preservation, Costs Factors, Profitability of Digital Preservation, Survival of Models.

## 1. Introducción

Desarrollar un modelo de costes es una tarea que requiere información, investigación rigurosa y una buena



comprensión de los desafíos. En la preservación digital estos desafíos son de cuatro tipos: de carácter tecnológico, informativo, metodológico y de actividad (**Badawy**, 2017). Los desafíos tecnológicos derivan de la propia naturaleza de la tecnología, de su obsolescencia y de la incertidumbre inherente a los formatos de ficheros existentes (**Erkoyuncu et al.**, 2011; **Romero-Rojo**, 2011); los costes de migración de la información (**Russell**, 2000) y los costes de las tecnologías utilizadas en nuevos proyectos, como la computación en la nube (**Rosenthal et al.**, 2010; **Baker et al.**, 2006). La información de costes es un gran desafío, ya que no está fácilmente disponible y es difícil de recabar. La metodología para la modelización de costes está insuficientemente elaborada y el desarrollo de la preservación como actividad, por qué no como negocio, es un desafío carente de un control preciso de los costes, lo que dificulta su lanzamiento como actividad empresarial.

Establecer un modelo para el cálculo de los costes de la preservación digital es una aspiración que arranca en las primeras etapas de la implantación de las Tecnologías de la Información y, aunque ha dado resultados, le queda recorrido hasta alcanzar sus fines. Y así, pasados 25 años desde los primeros planteamientos (**Beagrie; Greenstein**, 1998) está lejos de resolverse.

## 2. Objetivos y Metodología

El objetivo de este ensayo es conocer el estado de la cuestión y el nivel de madurez alcanzado en la modelización de los costes de la preservación. Para ello nos planteamos profundizar en la economía de la digitalización y los costes asociados a la preservación digital, centrando la atención en los modelos desarrollados. Comenzaremos con una revisión de la bibliografía, para establecer el estado actual del conocimiento. Después, analizaremos los modelos implementados para conocer su estado, así como las nuevas propuestas en fase de desarrollo. Para concluir constatando la durabilidad y la viabilidad de los modelos en funcionamiento y las previsiones de futuro.

La metodología del trabajo parte del estudio de **Cruz-Mundet y Díez-Carrera** (2015) donde, entre otros aspectos, se analizaron los modelos desarrollados entre 1995 y 2014, para centrarse en los cambios producidos en la última década. El propósito es descubrir y analizar qué ha sucedido en estos años: cuál ha sido el destino de esos modelos, cómo ha evolucionado el interés de la investigación por la materia, cuantificar, analizar y tipificar los nuevos modelos propuestos.

Para la revisión de la bibliografía se ha realizado una búsqueda exhaustiva en los repositorios al uso: Clarivate Web of Science, Scopus, ProQuest Central (plataforma que incluye 47 bases de datos especializadas y multidisciplinares), Academic Search Ultimate (EBSCO), Dialnet, Digital CSIC, eScholarship (University of California), JSTOR y LISTA (Library, Information Science & Technology Abstracts). En una primera fase, las búsquedas han combinando términos precisos y restringidos al título y a los descriptores de materias: costes, preservación digital, curación/curaduría digital, modelos/Costs, Digital Preservation, Digital Curation, Models, y ante la escasez de respuestas se han ampliado mediante búsquedas sencillas y avanzadas en combinación con otros términos relacionados: retorno de la inversión/Return of Investment/ROI, precios/Pricing, coste del riesgo/Cost of Risk. En todos los casos se ha empleado el año 2013 como filtro temporal, al partir del mencionado estudio (**Cruz-Mundet; Díez-Carrera**, 2015), que ya realizó este mismo proceso respecto de las publicaciones hasta 2014. El resultado fue de 198 referencias, que se quedaron en 45 una vez eliminados duplicados, resultados fuera del rango temporal, reiterativos y sin relación temática. Al fin, 14 pasaron el filtro de una primera lectura. En esta ocasión no le dedicaremos más tiempo a esta metodología, porque la revisión de la bibliografía no es el objeto de la investigación, sino un punto de partida.

A partir de aquí se ha lanzado una búsqueda de nuevos desarrollos (2015-2023) en las bases de datos bibliográficas mencionadas, y en internet. De las primeras se han obtenido 8 referencias sobre nuevos desarrollos (1 tesis doctoral, 5 actas de congresos y jornadas, y 2 artículos de revista). En internet se han buscado, en primer lugar, las webs de los modelos desarrollados, a partir de las fichas descriptivas del proyecto 4C (<https://www.4cproject.eu>) publicadas en su informe de 2014 y, cuando dichos sitios han desaparecido, se ha procedido a una nueva búsqueda a través de organismos nacionales e internacionales relacionados con los proyectos originales y sus sucesores o responsables en la conservación (Joint Information Systems Committee, Digital Preservation Coalition, Internet Archive Wayback Machine, Software Heritage, entre otros) en busca de información y de instantáneas (snapshots).

## 3. Revisión de la Bibliografía

Partimos de una constatación a la vista de las cifras: los costes y su modelizado continúa siendo un tema poco atractivo para la investigación. El análisis de modelos es uno de los temas predominantes, tanto a nivel global, como individualizado, y en la muestra seleccionada, de la que se han eliminado los trabajos reiterativos; en unos casos se ofrecen nuevas perspectivas de investigación, en otros se arroja nueva luz sobre aspectos concretos. En un sugerente estudio **Corujo et al.** (2020) partiendo de una revisión de la bibliografía hasta 2016, proponen una sistematización de los temas que preocupan en la preservación digital, que constituye un modelo marco relevante para el análisis de costes. Como conclusión, consideran que “se está produciendo un cambio de paradigma desde una perspectiva de caja negra a otra que identifica costes y trata de estandarizar modelos predictivos para uso institucional con el objetivo de promover transparencia, responsabilidad y captar el interés de posibles proveedores de financiación.”

**Beagrie** (2017), uno de los expertos de referencia, ha puesto el foco en los costes de la inacción (Costs of Inaction). Una de las opciones que normalmente se recomienda incluir en los estudios de caso es la de no hacer nada y sus consecuencias, por lo que sugiere la conveniencia de avanzar en la investigación sobre los costes de la inacción, lo que “podría contribuir exitosamente a la promoción y a los estudios de caso de preservación digital.” Aunque pretende haberlo introducido como un factor nuevo que habría pasado desapercibido, en realidad es un viejo conocido que ya **Lavoie y Dempsey** (2004) pusieron de relieve. Lo que el autor denomina costes de la inactividad, en gestión de documentos electrónicos (Electronic Records Management) forma parte de la gestión de riesgos (Risk Management), perspectiva que **Moro-Cabero** (2019) propone como estrategia de la preservación digital.

Con motivo del taller del Joint Information Systems Committee (JISC) en 2019, Beagrie expuso los resultados de los últimos 10 años de investigación del modelo Keeping Research Data Safe (KRDS) desarrollado por él mismo. Entre los aspectos tratados destacaba cómo ha cambiado la percepción de las amenazas. Si tradicionalmente se ha considerado la obsolescencia de los formatos como la mayor amenaza a largo plazo para la información digital, la experiencia ha demostrado que la financiación y los desafíos organizacionales son quizás amenazas más importantes. Hay una falta de valoración de los activos intangibles, mucho más difícil de medir que los activos físicos, de ahí que “las corporaciones suelen exhibir una mayor disciplina en el seguimiento y la contabilidad del mobiliario de sus oficinas, que de sus datos (y así) cinco o seis décadas desde el comienzo de la Era de la Información, que da nombre a esta era, y el principal activo que impulsa la economía actual, todavía no se considera un activo contable.” (**Beagrie**, 2019)

La mayor conciencia sobre los costes medioambientales y el impacto que los centros de datos tienen sobre el calentamiento global ha llevado a Pendergrass y su equipo (2019) a señalar las inconsistencias de las redes LOCKSS (Lot Of Copies Keep Stuff Safe), el modelo de preservación más extendido en las bibliotecas académicas y de investigación. Las recomendaciones de buenas prácticas implican mantener al menos tres copias redundantes, que en la práctica se pueden elevar hasta siete (**Meta Archive**, 2023) y el coste aumenta con cada copia redundante de los datos conservados. La energía adicional utilizada para alimentar y enfriar los equipos de almacenamiento, procesadores e infraestructura de redes, así como para la fabricación, transporte y eliminación del hardware. Los costes de almacenamiento y verificación se vuelven a multiplicar en muchos procesos de conservación. El principal y más frecuente es la migración de formato en el momento de la ingesta, lo que genera archivos de preservación adicionales almacenados junto con los originales. Esta sobrecarga puede ser necesaria para garantizar la usabilidad continua de los archivos y sus contenidos como formatos de ficheros y software que se vuelven obsoletos con el tiempo; sin embargo, este esfuerzo también tiene el potencial de ser innecesario e insostenible, como en el caso de archivos en formatos que probablemente seguirán siendo accesibles a medio y largo plazo (**Pendergrass et al.**, 2019).

Los autores proponen un cambio de paradigma respecto de la permanencia, abogando por determinar un nivel de pérdida aceptable frente a la conservación redundante de copias: “Dada la inevitabilidad de las pérdidas y el alto coste ambiental de la preservación digital, los administradores de los sistemas de preservación digital deben determinar niveles aceptables de pérdida en los programas de preservación digital” (**Pendergrass et al.**, 2019).

La creación de una comunidad de preservación que comparta de forma abierta y transparente sus experiencias y datos pormenorizados de costes distribuidos por factores continúa siendo una aspiración puesta sobre la mesa con insistencia (**Dohe; Durden**, 2018; **Schmitt**, 2016).

#### 4. Modelos de Costes Desarrollados

Esta parte de la investigación se centra en hacer una revisión sucinta de los modelos desarrollados, y en analizar el grado de supervivencia de los mismos, como medida de éxito. Las primeras referencias surgieron en el cambio de siglo y fueron una serie de ensayos teóricos - **Beagrie y Greenstein** (1998), **Hendley** (1998), **Russell y Weinberger** (2000), **Ashley** (1999), **Sanett** (2002)- orientados unos a categorizar las fases funcionales del ciclo de vida de la preservación y a determinar los factores de costes particulares asociados a cada una de ellas; mientras que otros se centraron en aspectos puntuales. Así **Kenney y Rieger** (2000) trataron de los costes del reformateado, **Crespo y Garcia-Molina** (2001) en el diseño del repositorio de archivo, **Russell y Weinberger** (2000) en los costes de emulación. O en comparar métodos técnicos como emulación frente a migración (**Dollar**, 2000; **Holdsworth; Wheatley**, 2001; **Lorie**, 2001; **Rothenberg**, 1999; **Bikson; Rothenberg**, 1999; **Wheatley**, 2001). Casi en paralelo surgieron los primeros intentos, teóricos al principio, con los protomodelos de Beagrie-Greenstein y Hendley, ya citados. Poco después, **Sanett** (2003; 2002) puso en evidencia la falta de datos y que los esquemas anteriores eran poco realistas, proponiendo un nuevo modelo para jerarquizar los factores de costes, conocido como modelo funcional. A partir de aquí, la investigación se lanzó a la búsqueda de modelos aplicables, bien en forma de proyectos de escala local, sobre todo en bibliotecas académicas, bien como proyectos nacionales e internacionales más ambiciosos, de los que alcanzaron el reconocimiento de la comunidad científica los siguientes:

4.1 Digital Preservation Testbed (Archivos Nacionales de Holanda), desarrollado entre 2000 y 2005, e incorporado después en el proyecto PLANETS (2007-2010). Produjo unos indicadores de costes y un modelo para la preservación digital orientado a ponderar los costes de capital y de personal, conscientes de las limitaciones del tema en fechas tan

tempranas. Por ello, entre sus recomendaciones figuraba la necesidad de actualizar el modelo, expresado en una hoja de cálculo, a medida que se fueran incorporando nuevas experiencias y se identificaran nuevos elementos de juicio (**Verdegem; Slats, 2004**).

4.2 Cost Estimation Toolkit (CET) diseñado en 2001 por la NASA para estimar el ciclo de vida completo de los sistemas de datos científicos procedentes de las operaciones terrestres y del espacio, lo que comprende su introducción, uso y conservación. Maneja 96 factores de costes y aunque no se concibió para la preservación a largo plazo, también se aplica en este sentido (**Xue et al., 2011**).

4.3 LIFE (Life Cycle Information For E-Literature) fruto de la colaboración entre el University College London (UCL) y la British Library, para elaborar una metodología de modelizado del ciclo de vida digital y para calcular los costes de su preservación, desarrollado en tres fases entre 2005 y 2010 (Holea et al., 2010):

- LIFE1 (2005-2006) partió del trabajo de **Oltmans y Kol (2005)** para construir el Generic Preservation Model (GPM), que permitía estimar los costes de preservación del contenido de una forma básica. Fue una gran contribución a la comprensión de los costes a largo plazo de la preservación digital, como primer paso para ayudar a las instituciones a planificar el futuro de sus colecciones digitales (**McLeod et al., 2006**).

- LIFE2 (2007-2008) se desarrolló para contrastar el modelo con estudios de caso y ampliarlo a materiales no digitales (la colección de publicaciones periódicas de la British Library), lo que permitiría comparar los ciclos de vida analógico y digital y los costes. Uno de sus resultados destacables fue hacer el modelo más accesible a aquellas instituciones deseosas de adoptarlo o de utilizar sus resultados para sus colecciones (**Davies, 2008**).

- LIFE3 (2009-2010) se centró en elaborar una herramienta predictiva de costes que mejoraba significativamente la capacidad de las organizaciones para planificar y gestionar la preservación de contenido digital. Tenía por “objetivo mejorar nuestra capacidad de anticipar las necesidades de dotación de recursos de las futuras actividades de la preservación digital, guiar la toma de decisiones sobre si adquirir o cuando hacerlo, cómo o cuándo preservar, y la cantidad de recursos que hay que poner en marcha a largo plazo” (**Wheatley; Hole, 2009**). Dicha herramienta, una hoja de cálculo, se basa en una versión refinada del modelo LIFE2, después de la recogida de datos de estudios de caso y encuestas adicionales. Ello permitió que el modelo cubriera una amplia gama de supuestos de conservación.

4.4 ESPIDA (2005-2007) desarrollado por la Universidad de Glasgow y el Joint Information Systems Committee (JISC) produjo un conjunto de recomendaciones estratégicas para elaborar proyectos no orientados a ofrecer beneficios económicos de manera inmediata a una organización, sino beneficios intangibles. Y asegurar que el proceso decisional sea transparente y cuente con toda la información relevante. También incluyó una herramienta para evaluar los costes (**Currall; McKinney, 2007**).

4.5 KRDS (Keeping Research Data Safe) Activity Model (2007-2010) financiado por el JISC y liderado por las universidades de Cambridge, Southampton y Kings College London, bajo la dirección de Neil Beagrie, Julia Chruszcz y Brian Lavoie, tres reputados expertos. Se trata de un método de costes del ciclo de vida aplicado a los datos científicos, cuyo punto de partida fueron el proyecto LIFE y el CET de la NASA sobre la base del modelo de referencia OAIS y su terminología. Divide el ciclo de vida de la preservación digital en fases que constan de actividades y subactividades; cada una de las cuales representa una variable de coste. El modelo es un marco genérico aplicable que debe adaptarse en cada situación (**Beagrie et al., 2010**).

4.6 Cost Model for Digital Archiving (s.d.-2011) desarrollado por el Data Archiving and Networked Services (DANS) de Países Bajos, es un modelo para el cálculo de costes para la preservación y difusión de datos de investigación. Parte de la constatación de que hay más información que recursos para la preservación digital permanente, y se orienta a lograr la sostenibilidad económica del archivo de datos (**Palaiologk et al., 2012**).

4.7 Cost Model for Digital Preservation (CMDP) (2009-2012) proyecto financiado por el Ministerio de Cultura danés, para establecer un modelo para calcular los costes de preservación de materiales digitales de instituciones nacionales de patrimonio cultural. El objetivo general del proyecto era aumentar la rentabilidad de las actividades de preservación digital y proporcionar una base para comparar y estimar los requisitos de costes futuros. Un modelo basado en la actividad, que contabiliza todos los costes económicos, directos e indirectos, y estructurado en torno al desglose funcional y a los roles proporcionados por el modelo de referencia OAIS; proporcionando un nivel de detalle que equivale o excede el de cualquier otro modelo funcional utilizado para el cálculo de costes (**Kejser et al., 2011**).

4.8 Total Cost of Preservation (TCP) Analysis, desarrollado por la California Digital Library (2011-2013), se planteaba modelar los costes económicos totales de la preservación (TCP) en el tiempo y a largo plazo. Es un marco analítico basado en una serie de abstracciones y suposiciones fundamentales sobre las actividades de preservación (**Abrams et al., 2012**).

4.9 4C Collaboration to Clarify Costs of Curation (2013-2014) fue un proyecto financiado por el 7º Programa Marco de la UE, con el objetivo de analizar los modelos existentes, elaborar nuevas propuestas y favorecer la conciencia y el intercambio de información y de experiencias para el desarrollo de un modelo y herramienta robustos para el cálculo de costes (<https://4cproject.eu>). Como resultado, se creó el espacio Curation Costs Exchange (<http://www.curationexchange.org>), una

plataforma para compartir, comparar y comprender datos sobre costes de la preservación digital, con el objetivo de ayudar a que las decisiones estén mejor informadas y las inversiones cuenten con datos fiables.

¿Cuál ha sido el destino de estas nueve aportaciones? Para averiguarlo hemos partido de la recopilación hecha por el proyecto 4C Collaboration to Clarify Costs of Curation<sup>1</sup>, cuyos datos disponibles finalizan en 2013. De modo que para desvelar la cuestión en los diez años siguientes se ha recurrido a la búsqueda en Internet de los sitios web originales, y dados los escasos resultados, también los de las organizaciones que impulsaron o participaron en los diferentes proyectos, así como en Internet Archive (<https://web.archive.org>) que contiene a finales de 2023 cerca de 839 mil millones de páginas web archivadas, Software Heritage (<https://www.softwareheritage.org>); en la Digital Preservation Costing (<https://wiki.opf-labs.org/display/CDP/Home>) de la Open Preservation Foundation, y finalmente su rastro en la bibliografía posterior a la fecha de finalización. De esta forma se ha buscado la certeza sobre su destino, con los resultados que se reflejan en el cuadro nº 1.

Cuadro 1: Ciclo de Vida de los Modelos de Cálculo de Costes (2001-2014).

Proyecto	Finalización	Destino
Digital Preservation Testbed	2005	Se integró en el proyecto PLANETS y desapareció al finalizar en 2010 sin dar lugar a herramienta alguna
Cost Estimation Toolkit (CET)	2001	Activo, continúa en servicio
LIFE	2010	La web original permanece accesible, aunque sin mantenimiento. La última actualización es una entrada de blog de junio/2018
ESPIDA	2007	No accesible
KRDS	2010	Charles Beagrie Ltd. lo registró en 2013, como principal consultora en su desarrollo, y en 2017 se integró en la Cost-Benefit Advocacy Toolkit desarrollada junto con CESSDA (Consortium of European Social Science Data Archives)
Cost Model for Digital Archiving	2011	No accesible
Cost Model for Digital Preservation	2012	No accesible
Total Cost of Preservation Analysis	2013	No accesible
4C Collaboration to Clarify Costs of Curation	2014	Curation Costs Exchange

El balance de supervivencia da como resultado que tres de los nueve proyectos han sobrevivido, siendo el de la NASA un caso de éxito, por su recorrido de más de veinte años, y por ser una herramienta en uso. De los otros dos, KRDS ha sobrevivido al integrarse en una nueva herramienta, y los resultados del proyecto 4C han servido para elaborar el Curation Costs Exchange. Ambos serán objeto de estudio en el siguiente apartado, por estar en el rango temporal de investigación (2015-2023). Resulta llamativo que cinco de los seis casos restantes hayan desaparecido sin dejar rastro, más allá del recogido por la bibliografía, y puede ser indicativo del grado de responsabilidad de las instituciones que les dieron soporte.

## 5. Nuevas Propuestas

El interés por la búsqueda de soluciones para el cálculo de costes de la preservación digital es en los últimos diez años mayor en términos relativos que en las dos décadas anteriores. En este tiempo se han desarrollado cinco nuevas propuestas: Curation Costs Exchange (2014) sostenida por la Digital Preservation Coalition (DPC); 20 Digital Preservation Cost Questions (2015) del Outreach Committee of the Meta Archive Cooperative; Proyecto ENSURE (Enabling kNOWLEDge Sustainability Usability and Recovery for Economic value) de **Badawy** (2017); Costs-Benefits Advocacy Toolkit (2017) del Consortium of European Social Science Data Archives (CESSDA); y Cost-Aware Digital Objects (2021-2022) elaborado por De-la-Rosa, El-Fakdi, De-Olvera y Carrillo, investigadores de la Universitat de Girona.

### 5.1. Curation Costs Exchange

surgió con la idea de mantener abierto el camino iniciado con el proyecto europeo 4C, y proporcionar información sobre algunos conceptos fundamentales relacionados con los costes de la preservación digital; además de ofrecer una herramienta de comparación de costes (CCT), que permitiera a los usuarios registrados analizar un desglose de sus propios costes y hacer comparaciones, ya fuera con sus propios datos previamente ingresados o con los de sus pares (<https://www.curationexchange.org>). A falta de datos publicados, no es posible conocer el nivel de madurez alcanzado, aunque los indicadores que ofrece son poco halagüeños; las referencias de la sección de informes y bibliografía terminan en 2014 sin nuevas aportaciones, incluso hay anunciados informes finales del proyecto originario en espera de publicación. El 3 de marzo de 2023, la Digital Preservation Coalition (DPC) lanzó una encuesta entre sus usuarios para conocer su interés en la herramienta y decidir su destino. El plazo para contestar finalizó el 30 de abril y terminado el año se desconocen los resultados. Para entonces, la página estaba parcialmente inaccesible, el área interactiva de comparación de costes (el CCT) fuera de línea, y el marco web y los módulos subyacentes sin actualizarse para restaurar

<sup>1</sup> <https://www.4cproject.eu/summary-of-cost-models/>

su funcionalidad. Tampoco admitía la inscripción de nuevos usuarios. Las opciones propuestas en la encuesta eran: extraer los datos, hacer una copia del sitio y desconectarlo; dejarlo como estaba; retocar el CCT para que funcionara, sin hacer nada más; actualizar todo y mantenerlo (<https://www.dpconline.org/news/ccex-future-survey>). Visto todo lo cual puede considerarse como un proyecto concluido y sin resultados visibles.

## 5.2. Getting to the Bottom Line: 20 Digital Preservation Cost Questions

Es el recurso para la recopilación de datos de costes creado por MetaArchive Cooperative, una asociación internacional independiente creada en 2004 y administrada por Educopia Institute, para la preservación de documentos digitales (<https://www.metaarchive.org>). Se trata de una cooperativa de bibliotecas y archivos que trabajan en beneficio mutuo mediante la preservación distribuida de sus materiales empleando el software LOCKSS, y es una de las redes denominadas genéricamente DDP (Distributed Digital Preservation). Es responsable de preservar el contenido de sus miembros en una red descentralizada y distribuida de cinco copias.

En 2015 lanzó la iniciativa Getting to the Bottom Line: 20 Digital Preservation Cost Questions (<https://metaarchive.org/documentation-resources/>). Se trata de un “recurso compartido ampliamente con bibliotecas, archivos y otras instituciones interesadas en adquirir servicios de preservación digital. Este recurso fácil de usar está diseñado para suministrar a las instituciones preguntas que puedan utilizar para identificar la gama completa de costes posibles asociados a cualquier servicio de preservación digital en particular, ya sea propietario, compartido u otro” (Schultz *et al.*, 2015). El uso de este conjunto de preguntas pretendía ayudar a que las instituciones pudieran evaluar sus opciones con todo detalle y recopilar la información necesaria para tomar decisiones informadas que condujeran a soluciones sostenibles.

Funciona al estilo de un modelo de requisitos, que exige transparencia por parte de los proveedores de servicios de preservación, proporcionando detalles sobre costes, algo que estos podrían considerar como un factor de riesgo, pero que es necesario para la toma de decisiones informada.

Otra de sus funciones era que en el futuro el recurso se hiciera más sofisticado, con información más detallada, y sirviera de base para incrementar la transparencia en los costes al servicio de la comunidad de preservación digital. Pero la ausencia de información sobre su uso y los datos hipotéticamente recopilados, nos lleva a pensar que tampoco esta iniciativa tuvo éxito; como le está sucediendo al modelo de preservación distribuido que representa la iniciativa LOCKSS, una opción en crisis frente al alojamiento en la nube.

La organización reconocía en su declaración del 7 de junio de 2023 la dificultad de mantener MetaArchive como una cooperativa independiente, ya que las inversiones de sus miembros son cada vez más difíciles de mantener en el tiempo: “A medida que la infraestructura de TI en el mundo académico y las organizaciones de patrimonio cultural se subcontrata en gran medida a la nube, mantener un nodo local para una red como MetaArchive comienza a verse como un servicio “boutique” que es insostenible para algunos de nuestros miembros”. (<https://metaarchive.org/category/news-events>)

## 5.3. Proyecto ENSURE

(Enabling kNowledge Sustainability Usability and Recovery for Economic value) planteado por Badawy (2017) en su tesis doctoral, a partir del proyecto europeo del mismo nombre desarrollado entre 2011 y 2014 (<https://cordis.europa.eu/project/id/270000>), que abordaba la gestión del ciclo de vida de la preservación de datos producidos o controlados por organizaciones con intereses comerciales, frente a la tendencia dominante centrada en datos del patrimonio cultural relativamente homogéneos. Fue el primero pensado específicamente para el ámbito empresarial. A partir del cual Badawy se centra en el apartado de los costes, y parte de la constatación de que para quien toma decisiones es crucial comprender los compromisos financieros previsibles que su empresa va a asumir, y dado que las inversiones en preservación permanente se extienden a lo largo de muchos años, aumenta la necesidad de una comprensión más clara de los costes y de su comportamiento en el futuro; lo que permitirá a los decisores seleccionar los activos digitales a preservar. Y es en este punto donde identifica los problemas de partida para predecir los costes: el impacto de la obsolescencia y de las incertidumbres, que son la razón por la que la preservación es necesaria.

El objetivo de ENSURE es dar una solución total de preservación digital permanente para el sector empresarial de la sanidad, finanzas y ensayos clínicos; interesado en preservar sus datos, por exigencias legales y por el coste creciente de la regeneración de datos, propugnando el almacenamiento en la nube.

Sus principales objetivos son:

- a) Desarrollar y validar un marco para el cálculo de costes.
- b) Identificar los requisitos de preservación.
- c) Definir un proceso de identificación de incertidumbre e incorporar factores de impacto de incertidumbre y obsolescencia en la predicción de costes.

a) El marco para el cálculo de costes: Single-Point Cost Model (Modelo de costes de punto único). Para alcanzar este objetivo, el investigador desarrolló un modelo de costes de punto único, que produce un valor único que representa el coste estimado.

Aunque reconoce que se trata de un área de investigación poco precisa y poco desarrollada, detalla a continuación los requisitos comerciales de la preservación, los generadores de costes y las estructuras de desglose de costes; lo que permitiría a cualquier usuario desarrollar ecuaciones de costes, y tener una estimación funcional de un solo punto.

Los principales generadores de costes identificados son: el volumen total de datos, el período de retención de los mismos, la selección del modelo de implementación de la nube (pública o privada) y la tasa de procesamiento del sistema tecnológico seleccionado.

b) Requisitos de preservación. Identifica los siguientes:

- Duración de la conservación (es decir, el período de retención de los datos).
- Tipos de archivos (texto, vídeo, audio, imágenes, etc.).
- Formatos de archivo.
- Tarifas de acceso a los archivos conservados.
- Derechos de autor.
- Requisitos legales.

c) Incertidumbres. Las define como “los incidentes aleatorios...[cuya] ocurrencia no se puede predecir de antemano, generando una desviación de las expectativas. Estos incidentes pueden ocurrir debido a diferentes factores que afectarán al sistema de preservación, a los datos conservados en el sistema o a la gestión del sistema. Estos incidentes afectarán a la funcionalidad esperada del sistema, de manera que el coste estimado sea menos preciso y agregará vaguedad a las predicciones futuras.”

Distingue cinco categorías de incertidumbre dentro de un sistema de preservación: incertidumbres económicas, tecnológicas, relacionadas con el sector de actividad, físicas y regulatorias.

Desarrollar un modelo de costes es una tarea que requiere información, investigación rigurosa y una buena comprensión de los desafíos

El marco de estimación de costes se adapta a cada uno de los tres sectores empresariales para lograr los resultados técnicos más adecuados, sobre la base de dos opciones: el almacenamiento en servidores propios y la nube comercial. Construye para cada uno de estos casos y opciones una estructura que desglosa los generadores de costes clave. En la fase de investigación, al menos, el modelo ha sido puesto a prueba en casos reales.

El objetivo de este ensayo es conocer el estado de la cuestión y el nivel de madurez alcanzado en la modelización de los costes de la preservación

#### 5.4. Costs-Benefits Advocacy Toolkit (2017)

Del Consortium of European Social Science Data Archives (CESSDA). A partir del KRDS de Beagrie Ltd. (2013), se incorporó prácticamente en el proyecto CESSDA SaW, dentro del programa Horizon 2020. Su principal objetivo fue “desarrollar la madurez de todos los servicios nacionales de archivo de datos en Europa de manera coherente y deliberada hacia la visión de una infraestructura de datos de investigación en ciencias sociales distribuida e integrada, facilitando el acceso de los investigadores a los recursos de datos de ciencias sociales, independientemente de la ubicación del investigador o de los datos” (Stokes *et al.*, 2016). Continuó con el desarrollo de la metodología y con el conjunto de herramientas, hasta lanzar en abril de 2017 Costs-Benefits Advocacy Toolkit (<https://www.cessda.eu/Tools/Resource-Directory>) bajo licencia Creative Commons.

Este conjunto de herramientas de apoyo al cálculo de costes-beneficios reúne: una guía de usuario, tres fichas informativas (Beneficios, Costes y Retorno de la Inversión), cuatro estudios de caso de archivos de datos de ciencias sociales (Eslovenia, Finlandia, Lituania y Reino Unido), dos hojas de trabajo (el cuadro de desarrollo del archivo, y el resumen de beneficios para un archivo de datos). Además, el conjunto de herramientas describe y vincula a una serie de herramientas externas preexistentes y estudios.

Una de las opciones recomendadas en los estudios de caso son los costes de la inacción, no hacer nada y medir sus consecuencias

Diseñadas para ayudar a los archivos de datos de ciencias sociales con la promoción de sus políticas de costes-beneficios ante los financiadores y otros interesados. Constituye más una ayuda, una orientación, que una herramienta ejecutable. Tampoco hay datos ni constancia acerca de su uso o estudios de caso, más allá del proyecto.

#### 5.5. Cost-Aware Digital Objects (2015/2022)

Es una sugerente propuesta elaborada por De-la-Rosa, El-Fakdi, De-Olvera y Carrillo, investigadores del área de ingeniería de sistemas de la Universitat de Girona. Plantean un nuevo modelo de preservación digital al que denominan paradigma SPDO (Self Preserved Digital Object) “Pensamos que parte del éxito de la autoconservación pasa por la sostenibilidad

económica de todo el sistema de preservación y la correcta gestión del presupuesto que tienen los objetos digitales para su preservación, convirtiéndose así en actores activos en su propia gestión de la preservación permanente” (El-Fakdi; de la Rosa, 2021). En este concepto, los objetos digitales se convierten en actores activos en su propia preservación digital permanente mediante una nueva definición del objeto digital a preservar, el Cost Aware Digital Object (CADO).

Un CADO es un objeto digital responsable de su propia conservación, con presupuesto propio para la contratación de servicios de preservación, como almacenamiento, pérdida de datos, evaluación de riesgos, recuperación de datos, extracción de metadatos, migración y nuevos formatos de almacenamiento. Asegurándose de permanecer accesibles, legibles, íntegros y auténticos, cuya combinación representa la calidad de CADO y la longevidad digital frente a la obsolescencia.

Las incertidumbres con los incidentes aleatorios cuya ocurrencia no se puede predecir de antemano, generando una desviación de las expectativas

Longevidad frente a obsolescencia implica buscar un marco monetario estable a largo plazo y prever las generaciones de formatos en ese tiempo. Para universalizar la asignación de precios de los servicios de preservación, independiente del tiempo y de los cambios monetarios, los autores definieron una moneda virtual llamada PRESERVA (₪). Donde una 1₪ equivale al coste de conservar un objeto digital durante 100 años. Y para dar estabilidad al modelo definieron cinco familias generales de servicios: almacenamiento, metadatos, migración, integridad y autenticidad. Y para resolver la actualización crearon un concepto nuevo, la Software Adoption Wave (SAW), una ola de actualización del software antiguo al nuevo que se produce al mismo ritmo que la actualización de los formatos, según sus estimaciones cada cinco años; de modo que en cada SAW se activan acciones de preservación digital para recuperar la pérdida de calidad sufrida por el CADO en estas oleadas (Olvera *et al.*, 2015).

Parte del éxito se debe también a la correcta gestión del presupuesto que tienen los objetos digitales para su preservación, con el que compiten con otros CADO, y negociar con servicios de preservación digital en busca de su propia LTDP (Long Term Digital Preservation). En este paradigma de preservación autosostenida, los objetos digitales se programan de forma inteligente con habilidades de detección conscientes de los costes, gestionan un presupuesto determinado para asegurar su supervivencia en el largo plazo, negociando con repositorios de almacenamiento y servicios web mediante mecanismos de subasta. Una vez gastado o próximo a gastarse el presupuesto inicial, los propietarios de los objetos digitales (particulares, instituciones, gobiernos, etc.) pueden decidir recargar presupuestos específicos dependiendo de la demanda del propio objeto, garantizando así la supervivencia de aquellos valorados, y reduciendo eficientemente los costes de conservación. La negociación directa y el concurso en subastas son cada vez más frecuentes tanto en los repositorios descentralizados comerciales, como en los de código abierto, que están comenzando a ganar visibilidad impulsados por el auge de las tecnologías blockchain y las estructuras descentralizadas. Buenos ejemplos de ello son Filecoin (<https://filecoin.io>), Storj (<https://www.storj.io/how-it-works>), y Sia (<https://sia.tech>).

Un CADO (Cost Aware Digital Object) es un objeto digital responsable de su propia conservación, con presupuesto propio para la contratación de servicios de preservación

El cuadro nº 2 resume las características de estos proyectos y su destino:

Cuadro 2: Ciclo de Vida de los Modelos de Cálculo de Costes (2015-2022).

Proyecto	Finalización	Objeto y destino
Curation Costs Exchange	2015	Herramienta de comparación de costes a base de los datos suministrados por los usuarios. La información accesible se detiene en 2014. Probable desaparición en 2023.
Getting to the Bottom Line: 20 Digital Preservation Cost Questions	2015	Recurso para la recopilación de datos de costes creado por MetaArchive Cooperative. Continúa en servicio.
ENSURE	2017	Desarrollar y validar un marco para el cálculo de costes, para el sector empresarial de la sanidad, finanzas y ensayos clínicos. Planteamiento teórico.
Costs-Benefits Advocacy Toolkit	2017	Metodología y un conjunto de herramientas de apoyo al cálculo de costes-beneficios, orientado al ámbito de los datos de investigación. Se desconoce su uso y destino.
Cost-Aware Digital Objects	2022	Modelo de preservación autosostenida, donde los objetos digitales se programan de forma inteligente con habilidades de detección conscientes de los costes, gestionan un presupuesto determinado para asegurar su supervivencia en el largo plazo, negociando con repositorios de almacenamiento y servicios web mediante mecanismos de subasta. Planteamiento teórico.

En definitiva, nos hallamos ante un nuevo paradigma en el campo de la preservación digital que, aprovechando tanto la descentralización, como la inteligencia artificial, proporciona a los objetos digitales herramientas para la autoconservación. Un nuevo contexto donde los objetos digitales comparten la responsabilidad de la preservación y que en cierta medida resuelve el problema del cálculo de costes derivándolo al terreno de la competitividad, de la oferta y la demanda del mercado. Los CADO son los encargados de gestionar eficientemente el presupuesto disponible en una red distribuida para garantizar su supervivencia en el largo plazo. Deben negociar con repositorios de almacenamiento y servicios web para encontrar la mejor estrategia de autoconservación rentable, convirtiéndose así en SPDO.

## 6. Conclusiones

La investigación nos ha permitido concluir con algunos hallazgos y constataciones, junto con dudas e incertidumbres que aguardan respuesta. Desde el punto de vista de la bibliografía cabe afirmar que el interés por el tema ha aumentado con el tiempo, pero en sentido meramente cuantitativo, con un exceso de reiteración y pocas aportaciones, como viene sucediendo en general en el tema de la preservación digital.

En los 25 años transcurridos se han sucedido 14 proyectos con propuestas de carácter práctico y propósito amplio, que en todos los casos supera el ámbito local (institucional y nacional). Lo que indica la existencia de un alto grado de responsabilidad y de interés por parte de la comunidad interesada en la preservación. El balance de supervivencia en términos de éxito no puede considerarse tan positivo, ni mucho menos, como parecían sugerir los resultados del primer período de los proyectos desarrollados (1998-2014). De los nueve proyectos conocidos, seis habían desaparecido, dos se incorporaron a nuevos proyectos, cuyos resultados no han tenido éxito. De los cinco nuevos, tres han desaparecido o están en vías de extinción, y del éxito de los dos restantes nada se sabe. El proyecto ENSURE de **Badawy** (2017) no ha ofrecido datos contrastables por ahora, y Costs Aware Digital Objects (CADO) de la Universitat de Girona es un planteamiento teórico basado en simulaciones, sugerente, pero que a la vista de la discontinuidad de su producción (2015 y 2022) su aplicación está por verse. Por otra parte, parece razonable dudar de su aplicabilidad a los materiales de archivo y a los patrimoniales en general, que no pueden dejarse al arbitrio de la oferta y la demanda. En definitiva, sólo uno ha sobrevivido, el de la NASA, verdadero caso de éxito por su recorrido de más de veinte años, y por ser una herramienta en uso.

Continúa resultando llamativo que se mantenga una actividad como la preservación digital sin conocer sus costes a ciencia cierta y sin haber logrado concluir un modelo. No son pocos los autores que aseveran la imposibilidad de predecir el coste de conservarlo para siempre “keeping it forever” (**Dohe; Durden**, 2018) o, dicho de otro modo, que no hay técnicas contrastadas para

En 25 años se han sucedido 14 proyectos para el cálculo de costes, de los que sólo uno permanece aplicado

estimar los costes de preservar información digital a largo plazo (**Ismail; Affandy**, 2018). Siendo esto así, podemos señalar algunas causas, entre las que cabe destacar que los modelos se han orientado a tipologías específicas de información digital: datos de investigación, publicaciones y materiales especiales. De hecho, el único modelo persistente, el de la NASA, debe probablemente su éxito a que es aplicable a una categoría cohesionada de interesados, las empresas y agencias aeroespaciales, que manejan grandes presupuestos; en lo que otras comunidades compactas, como las universidades y centros de investigación no pueden competir. También hemos podido comprobar una queja constante acerca de la falta de experiencias homologables y de espacios estables para compartirlas, se echa en falta cooperación transversal e internacional.

## Bibliografía

**Abrams, Stephen; Patricia Cruse, Patricia; Kunze, John; Mundrane, Michael** (2012). *Total Cost of Preservation (TCP): Cost Modeling for Sustainable Services*. California Digital Library. <https://wiki.diglib.org/images/archive/0/0a/20160503172914!TCP-total-cost-of-preservation.pdf>

**Ashley, Kevin** (1999). "Digital Archive Costs: Facts and Fallacies". *Proceedings of the DLMForum on Electronic Records (DLM '99)*, pp. 121-128. [http://europa.eu.int/ISPO/dlm/fulltext/full\\_ashl\\_en.htm](http://europa.eu.int/ISPO/dlm/fulltext/full_ashl_en.htm)

**Badawy, Mohamed A. S. A. A.** (2017). "A Framework for Whole Lifecycle Cost of Long-Term Digital Preservation." Doctoral dissertation, Cranfield University. <http://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/14315>

**Baker, Mary; Shah, Mehul; Rosenthal, David S H; Roussopoulos, Mema; Maniatis, Petros; Giuli, Thomas J; Bungale, Prashanth** (2006). "A fresh look at the reliability of long-term digital storage". En: *Proceedings of the 1st ACM SIGOPS/EuroSys European Conference on Computer Systems 2006*. pp. 221-234. ACM Digital Library. <https://doi.org/10.1145/1217935.1217957>

**Beagrie, Neil** (2017). "The Costs of Inaction: Advocating for Digital Preservation". Charles Beagrie. <https://blog.beagrie.com/2017/12/04/the-costs-of-inaction-advocating-for-digital-preservation>

**Beagrie, Neil** (2019). "Datanomics Costs, Benefits, and Value of Research Data". Digital Preservation Matters. <https://>

*preservationmatters.blogspot.com/2019/03/datanomics-costs-benefits-and-value-of.html*

**Beagrie, Neil; Greenstein, Daniel** (1998). *A Strategic Policy Framework for Creating and Preserving Digital Collections: A Report to the Digital Archiving Working Group. Other*. London: British Library Research and Innovation Centre. <https://www.ukoln.ac.uk/services/elib/papers/supporting/pdf/framework.pdf>

**Beagrie, Neil; Lavoie, Brian; Woollard, Mathew** (2010). *Keeping Research Data Safe 2. Final Report*. London: Joint Information Systems Committee. <https://repository.essex.ac.uk/2147>

**Bikson, Tora K.; Rothenberg, Jeff** (1999). *Carrying Authentic, Understandable and Usable Digital Records Through Time*. Rand Europe. <https://doi.org/10.7249/RE99-016>

**Corujo, Luís; Revez, Jorge; Silva, Carlos Guardado da** (2020). "Curadoria Digital e Custos: Exploração de abordagens e percepções". *Digital Humanities Quarterly*, v. 14, n. 2. <http://hdl.handle.net/10451/44103>

**Crespo, Arturo; Garcia-Molina, Hector** (2001). "Cost-driven design for archival repositories". En: *Proceedings of the 1st ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*. pp. 363-372. ACM Digital Library. <https://doi.org/10.1145/379437.379729>

**Cruz-Mundet, José-Ramón; Díez-Carrera, Carmen** (2015). *Los costes de la preservación digital permanente*. Ediciones Trea. <https://trea.es/producto/los-costes-de-la-preservacion-digital-permanente>

**Currall, James; McKinney, Peter** (2007). *Espida Handbook. Expressing project costs and benefits in a systematic way for investment in information and IT*. University of Glasgow, JISC. <https://eprints.gla.ac.uk/140314/1/140314.pdf>

**Davies, Robert** (2008). *The LIFE2 Final Project Report*. Joint Information Systems Committee. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/11758>

**Dohe, Kate; Durden, David** (2018). "The Cost of Keeping It: Towards Effective Cost-Modeling for Digital Preservation at the University of Maryland". En: *iPRES2018, September 24–27, 2018. Where Art and Science Meet: the art in science and the science in art*. Boston, Massachusetts USA. <https://doi.org/10.13016/M2CZ3283Q>

**Dollar, Charles M.** (2000). *Authentic Electronic Records: Strategies for Long-term Access*. Cohasset Associates. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2860>

**El-Fakdi, Andres; de la Rosa, Josep Lluís** (2021). "Evaluating Auction Mechanisms for the Preservation of Cost-Aware Digital Objects under Constrained Digital Preservation Budgets". *Mathematics*, v. 10, n. 1, pp. 92. <https://doi.org/10.3390/math10010092>

**Erkoyuncu, John Ahmet; Roy, Rajkumar; Datta, Partha; Wardle, Philip; Murphy, Frank** (2011). "Service Uncertainty and Cost for Product Service Systems". En: *Complex Engineering Service Systems: Concepts and Research*. Ng, Irene; Parry, Glenn; Wild, Peter; McFarlane, Duncan; Tasker, Paul (Eds.), pp. 129-147. Springer London. [https://doi.org/10.1007/978-0-85729-189-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-0-85729-189-9_7)

**Hendley, Tony** (1998). *Comparison of Methods & Costs of Digital Preservation* British Library Research and Innovation Centre. [https://purehost.bath.ac.uk/ws/portalfiles/portal/11350308/hendley\\_report.pdf](https://purehost.bath.ac.uk/ws/portalfiles/portal/11350308/hendley_report.pdf)

**Holdsworth, David; Wheatley, Paul** (2001). "Emulation, Preservation, and Abstraction". *RLG DigiNews*, v. 5, n. 4. <https://worldcat.org/arcviewer/1/OCC/2007/08/08/0000070511/viewer/file3149.html#feature2>

**Ismail, Adila; Affandy, Habee Bullah** (2018). "Conceptual Paper: Digital Preservation Strategies in Archival Institution". *MATEC Web of Conferences*, v. 150, pp. 05052. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815005052>

**Kejser, Ulla Bøgvad; Nielsen, Anders Bo; Thirifays, Alex** (2011). "Cost Model for Digital Preservation: Cost of Digital Migration". *International Journal of Digital Curation*, v. 6, n. 1, pp. 255-267. <https://doi.org/10.2218/ijdc.v6i1.186>

**Kenney, Anne R.; Rieger, Oya Y.** (2000). *Moving Theory into Practice: Digital Imaging for Libraries and Archives*. Mountain View, CA: Research Libraries Group. [https://archive.org/details/movingtheoryinto0000unse\\_q5h2](https://archive.org/details/movingtheoryinto0000unse_q5h2)

**Lavoie, Brian; Dempsey, Lorcan** (2004). "Thirteen Ways of Looking at... Digital Preservation". *D-Lib Magazine*, v. 10, n. 7/8, pp. 1082-9873. <https://dlib.org/dlib/july04/lavoie/07lavoie.html>

**Lorie, Raymond A** (2001). "Long term preservation of digital information". En: *Proceedings of the 1st ACM/IEEE-CS joint conference on Digital Libraries*. pp. 346-352. ACM Digital Library. <https://doi.org/10.1145/379437.379726>

**McLeod, Rory; Wheatley, Paul; Ayris, Paul** (2006). *Lifecycle information for e-literature: full report from the LIFE project*. LIFE Project: Londres. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1854>

**Meta Archive** (2023). "How DDP Works". <https://metaarchive.org/how-ddp-works>

**Moro-Cabero, Manuela** (2019). "Preservación digital: retos, experiencias y oportunidades". *RICI: Revista Ibero-Americana de Ciencia da Informação*, v. 12, n. 1, pp. 120-144. <https://doi.org/10.26512/rici.v12.n1.2019.10523>

**Oltmans, Erik; Kol, Nanda** (2005). "A Comparison Between Migration and Emulation in Terms of Costs". *RLG DigiNews*,

v. 9, n. 2, pp. 10. <https://worldcat.org/arcviewer/1/OCC/2007/07/10/0000068902/viewer/file1.html>

**Olvera, Jose Antonio; Carrillo, Paulo Nicolás; de la Rosa, Josep Lluís** (2015). "Evaluating Auction Mechanisms for the Preservation of Cost-Aware Digital Objects Under Constrained Digital Preservation Budgets". En: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries*. Kapidakis, Sarantos; Mazurek, Cezary; Werla, Marcin (Eds.), pp. 334-337. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24592-8\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24592-8_29)

**Palaiologk, Anna S.; Economides, Anastasios A.; Tjalsma, Heiko D.; Sesink, Laurents B.** (2012). "An activity-based costing model for long-term preservation and dissemination of digital research data: the case of DANS". *International Journal on Digital Libraries*, v. 12, n. 4, pp. 195-214. <https://doi.org/10.1007/s00799-012-0092-1>

**Pendergrass, Keith L; Sampson, Walker; Walsh, Tessa; Alagna, Laura** (2019). "Toward Environmentally Sustainable Digital Preservation". *The American Archivist*, v. 82, n. 1, pp. 165-206. <https://doi.org/10.17723/0360-9081-82.1.165>

**Romero-Rojo, Francisco-Javier** (2011). "Development of a framework for obsolescence resolution cost estimation." Doctoral dissertation, Cranfield University. <http://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/6854>

**Rosenthal, Arnon; Mork, Peter; Li, Maya Hao; Stanford, Jean; Koester, David; Reynolds, Patti** (2010). "Cloud Computing: A New Business Paradigm for Biomedical Information Sharing". *Journal of Biomedical Informatics*, v. 43, n. 2, pp. 342-353. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.08.014>

**Rothenberg, Jeff** (1999). *Avoiding Technological Quicksand: Finding a Viable Technical Foundation for Digital Preservation*. Washington: Council on Library and Information Resources. <https://www.clir.org/pubs/reports/rothenberg>

**Russell, Kelly** (2000). "Digital preservation and the CEDARS project experience". *New Review of Academic Librarianship*, v. 6, n. 1, pp. 139-154. <https://doi.org/10.1080/13614530009516805>

**Russell, Kelly; Weinberger, Ellie** (2000). *Cost Elements of Digital Preservation*. Leeds: Cedars Project. <https://www.stewardshipgap.net/node/414>

**Sanett, Shelby** (2002). "Toward Developing a Framework of Cost Elements for Preserving Authentic Electronic Records into Perpetuity". *College & Research Libraries*, v. 63, n. 5, pp. 388-404. <https://doi.org/10.5860/crl.63.5.388>

**Sanett, Shelby** (2003). "The Cost to Preserve Authentic Electronic Records in Perpetuity: Comparing Costs across Cost Models and Cost Frameworks". *RLG DigiNews*, v. 7, n. 4, pp. 8. <http://worldcat.org/arcviewer/1/OCC/2007/08/08/0000070511/viewer/file2132.html>

**Schmitt, Karlheinz** (2016). "Kostenmodelle in der digitalen Bestandserhaltung". *Bibliotheksdienst*, v. 50, n. 1, pp. 49-61. <https://doi.org/10.1515/bd-2016-0005>

**Schultz, Matt; Trehub, Aaron; Skinner, Katherine** (2015). "Getting to the Bottom Line: 20 Digital Preservation Cost Questions". En: *Proceedings of the 12th International Conference on Digital Preservation, iPRES 2015*. pp. 156-158. Chapel Hill, North Carolina, USA. <https://phaidra.univie.ac.at/detail/o:429558.pdf>

**Stokes, Paul; Kilbride, William; Beagrie, Neal** (2016). "Building the Business Case and Funding Advocacy for Data Management Services". En: *Proceedings of the 13th International Conference on Digital Preservation: iPRES*. Swiss National Library, Bern. <https://phaidra.univie.ac.at/o:502825>

**Verdegem, Remco; Slats, Jacqueline** (2004). "Practical experiences of the Dutch digital preservation test-bed". *Vine*, v. 34, n. 2, pp. 56-65. <https://doi.org/10.1108/03055720410531004>

**Wheatley, Paul** (2001). "Migration: A CAMiLEON discussion paper". *Ariadne*. <http://www.ariadne.ac.uk/issue29/camileon>

**Wheatley, Paul; Hole, Brian** (2009). "LIFE3: Predicting Long Term Digital Preservation Costs". En: *iPRES 2009: the Sixth International Conference on Preservation of Digital Objects*. pp. 206-210. California Digital Library, UC Office of the President. <https://escholarship.org/uc/item/23b3225n>

**Xue, Pengfei; Badawy, Mohamed; Shehab, Essam; Baguley, Paul** (2011). "Cost Modelling for Long-term Digital Preservation: Challenges and Issues". En: *Proceedings of the 9th International Conference on Manufacturing Research*. pp. 187-192. <https://www.academia.edu/download/7559126>