

TECNOLOGÍA DE IONIZACIÓN EN PATRIMONIO CULTURAL. EXPERIENCIAS DE COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL EN SU PRIMERA APLICACIÓN EN CHILE

IONIZATION TECHNOLOGY IN CULTURAL HERITAGE. INTERINSTITUTIONAL COLLABORATION EXPERIENCES IN ITS FIRST APPLICATION IN CHILE

TECNOLOGIA DE IONIZAÇÃO NO PATRIMÔNIO CULTURAL. EXPERIÊNCIAS DE COLABORAÇÃO INTERINSTITUCIONAL NA SUA PRIMEIRA APLICAÇÃO NO CHILE

María Isabel Amaya Torres¹, Rosalía Astorga Serrano¹, Claudia Pradenas Farías², Catalina Echeverría Gatta³, Jorge Gamarra Chamorro⁴, Eduardo Gonzalez Carvajal⁴ y Jaime Lisboa Lineros⁵

INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Conservación y Restauración (CNCR) ha trabajado en colaboración con la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) en acciones orientadas a la conservación del patrimonio cultural mediante el uso pacífico de la tecnología nuclear. Entre las iniciativas abordadas, destaca la implementación de la tecnología de ionización en nuestro país, proceso en el que ha sido fundamental contar con la capacitación y apoyo del experto Pablo Vasquez, del Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) de Brasil —quien ha puesto a disposición su amplia trayectoria en la aplicación

de técnicas de ionización de patrimonio cultural—; y, además, el respaldo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Ha sido de gran relevancia el interés, la participación y disposición de museos, archivos, bibliotecas y otras instituciones que custodian patrimonio cultural de uso público, con profesionales que, de manera entusiasta, han sumado sus capacidades y realizado esfuerzos significativos que permitieron, por primera vez en Chile, aplicar la ionización a objetos patrimoniales con fines de preservación.

¹ Unidad de Ciencias de la Conservación, Centro Nacional de Conservación y Restauración, Chile. maria.amaya@patrimoniocultural.gob.cl, rosalia.astorga@patrimoniocultural.gob.cl

² Unidad de Patrimonio Gráfico y Documental, Centro Nacional de Conservación y Restauración, Chile. claudia.pradenas@patrimoniocultural.gob.cl

³ Unidad de Patrimonio Construido y Escultórico, Centro Nacional de Conservación y Restauración, Chile. catalina.echeverria@patrimoniocultural.gob.cl

⁴ Planta de Irradiación Multipropósito, Comisión Chilena de Energía Nuclear. jorge.gamarra@cchen.cl, gonzalez.eduardo@cchen.cl

⁵ Instalación Nuclear Planta Elementos Combustibles (PEC), Comisión Chilena de Energía Nuclear. jaime.lisboa@cchen.cl

ANTECEDENTES

La implementación de tecnología nuclear para la preservación patrimonial es de alta relevancia, especialmente frente a desafíos como la pérdida de colecciones afectadas por desastres y el cambio climático. Por ejemplo, el biodeterioro por hongos en el contexto de las emergencias por agua, y el incremento de problemas asociados a plagas son situaciones críticas complejas de abordar en las colecciones patrimoniales. En ese contexto, tecnologías como la ionización aplicada al patrimonio constituyen una herramienta significativa para el tratamiento de objetos culturales⁶ (International Atomic Energy Agency, 2017).

La ionización⁷ es una tecnología nuclear que se ha aplicado durante décadas en diversos ámbitos, entre ellos alimentos, salud y la conservación de patrimonio cultural. En este último, destaca su utilidad en problemáticas asociadas al biodeterioro, sobre todo en el control de plagas y en tratamientos de consolidación (Cortella et al., 2020). Entre sus fortalezas se encuentra la efectividad alcanzada en el tratamiento, la seguridad de los objetos tratados y la protección de las personas que los manipulan con posterioridad (Cortella, 2019; Cortella et al., 2020; International Atomic Energy Agency, 2017). Además, destaca por ser apta para el tratamiento de grandes volúmenes de material, siendo efectiva en casos donde otras técnicas no logran resultados satisfactorios (Cortella, 2019).

La implementación de esta tecnología requiere, primero que todo, disponer de las instalaciones adecuadas. En Chile, la CCHEN cuenta con la Planta de Irradiación Multipropósito (PIM) —instalación radiactiva de primera categoría— y un equipo profesional de amplia trayectoria y capacidades. Muestra de ello son las cientos de toneladas anuales de diversos productos alimenticios y médicos que son tratados con radiación ionizante⁸. Así también, debe haber conocimiento e interés por parte de las instituciones que custodian bienes culturales para incorporar y aplicar la ionización en sus objetos patrimoniales. Finalmente, un elemento fundamental es que exista un diálogo entre la entidad que provee la tecnología y aquellas que la requieren. Todo este proceso puede parecer en principio simple, sin embargo, su implementación práctica reviste una gran dificultad, como se evidencia al constatar que la ionización no se utiliza en todos los países, a pesar de contar con las instalaciones necesarias para ello (P. Vasquez, comunicación personal, 31 de julio de 2025).

La Unidad de Ciencias de la Conservación (UCC) del CNCR impulsó acciones de colaboración con la CCHEN, articulándose inicialmente con la Instalación Nuclear Planta Elementos Combustibles (PEC) para la aplicación de la tecnología nuclear en el patrimonio, tanto en su diagnóstico como en el tratamiento de objetos afectados por biodeterioro. Desde el CNCR, también se integraron al equipo la Unidad de Patrimonio Gráfico y Documental (UPGD) y la Unidad de Patrimonio Construido y Escultórico (UPCE). En una primera instancia, se detectaron los puntos de encuentro entre ambas entidades, buscando en esta colaboración un fortalecimiento mutuo. Entre las iniciativas abordadas, destaca la implementación de la tecnología de ionización en el patrimonio cultural en nuestro país.

Para alcanzar ese objetivo se identificaron brechas necesarias de abordar, como la falta de conocimientos aplicados. Del mismo modo, se propició la generación de un diálogo interinstitucional entre organismos cuyos ámbitos de acción, en general, transitan por vías separadas, como es el caso de los sectores de energía y cultura.

⁶ Programa “Nucleart” de la Atomic Energy Commission (CEA), en Grenoble, Francia, ver: <https://www.arc-nucleart.fr>. Cámara de radiación en el Středočeské muzeum v Rožtokách u Prahy (Museo de Bohemia Central en Rožtoky, cerca de Praga), República Checa, ver: <https://www.muzeum-roztoky.cz/odborna-cinnost/262-radiacni-komora>

⁷ La técnica de ionización consiste en la aplicación de radiación ionizante, es decir, la que es capaz de extraer electrones de los átomos que atraviesa. Para el tratamiento abordado en este artículo se utilizaron fotones gamma provenientes de una fuente radioactiva de ⁶⁰Co.

⁸ Por ejemplo, en 2022 se procesaron 395 toneladas de alimentos, ver: <https://www.cchen.cl/?p=7554>

En este proceso ha sido fundamental contar con la capacitación y apoyo de Pablo Vasquez del IPEN de Brasil, especialista en ionización aplicada al patrimonio cultural. No menos importante es el interés y la participación de museos, archivos, bibliotecas y otras instituciones que custodian patrimonio cultural de uso público. Entre ellas la Catedral de Santiago, Fundación Pablo Neruda, Universidad de Chile⁹, Universidad de Santiago de Chile¹⁰, y las siguientes entidades del Servicio Nacional del Patrimonio Cultural (Serpap): Archivo Nacional de Chile, Biblioteca Nacional de Chile, Museo de Historia Natural de Valparaíso, Museo Histórico Nacional y Museo Nacional de Historia Natural.

Un primer hito de gran importancia fue el Taller realizado en 2023, de carácter teórico, en el cual se logró reunir a organizaciones culturales convocadas por la CCHEN. Dicha instancia, también dictada por Pablo Vasquez, abordó los fundamentos teóricos de la tecnología de ionización y múltiples experiencias de aplicación en el patrimonio cultural. Algunos de los museos e instituciones participantes abrieron sus puertas, lo que permitió generar un diálogo entre todas las partes en torno a las necesidades y desafíos locales.

METODOLOGÍA

La primera aplicación en Chile del procedimiento de ionización de patrimonio cultural contempló, desde el CNCR, las siguientes etapas: (a) levantamiento bibliográfico, (b) diseño inicial de estudios asociados al tratamiento, (c) coordinación con CCHEN, (d) asesoría del experto, (e) estudio e ionización de materiales de prueba, (f) selección de patrimonio a ionizar, (g) diseño y ejecución del taller, (h) ionización de patrimonio cultural, (i) evaluación y actividades de seguimiento.

Las etapas (a) y (b) quedaron registradas en un informe de la UCC (Amaya y Astorga, 2024). Desde 2024 y durante el primer semestre de 2025 se sostuvieron reuniones de coordinación con la CCHEN, en las que participaron diversos actores, entre ellos, el equipo de la PIM fue de gran relevancia. Las comunicaciones con el especialista se realizaron

A partir de esta experiencia, surgió la posibilidad de implementar la tecnología de ionización en Chile. Para ello, la CCHEN gestionó una segunda misión del experto destinada a la realización de un taller práctico, nuevamente con el respaldo del OIEA. El objetivo fue aplicar —por primera vez en el país— la ionización en el tratamiento del patrimonio cultural en riesgo por biodeterioro.

Con ese fin se elaboró un plan de trabajo basado en principios y experiencias de aplicaciones previas, que requirió la coordinación entre la CCHEN, el CNCR y un conjunto de entidades interesadas en esta tecnología. En su ejecución, se consideró la capacitación de profesionales participantes por parte de Pablo Vasquez, así como también el intercambio horizontal de experiencias e inquietudes, lo que favoreció la apropiación de los aprendizajes y la generación colectiva de conocimiento en torno al control del biodeterioro —en particular de plagas— y la aplicación de la tecnología de ionización.

por medio de la CCHEN, se sostuvieron reuniones virtuales e intercambios por escrito que permitieron despejar las dudas surgidas durante el proceso.

Frente a la necesidad de realizar estudios previos al tratamiento de patrimonio, que permitieran verificar el procedimiento en materiales de prueba antes de su implementación en casos reales, se plantearon dos objetivos posibles: por una parte, comprobar la efectividad o efecto biocida, y por otra, la inocuidad para los materiales. Al evaluar en detalle cada objetivo, se optó por implementar lo segundo. De esta manera, se entregó tranquilidad

⁹ Departamento de Antropología y Archivo Central Andrés Bello.

¹⁰ Archivo Patrimonial.

a las instituciones responsables de los objetos, y también permitió poner en práctica y corregir el nuevo procedimiento de trabajo entre la CCHEN y el CNCR. Para ello, se realizó un registro fotográfico previo y posterior al tratamiento de los materiales de prueba, además de mediciones colorimétricas, imágenes mediante infrarrojo y fluorescencia inducida por luz UV, mediciones de pH y termografía.

La selección del patrimonio a ionizar se realizó mediante convocatorias de postulación abierta¹¹, para las que se establecieron los siguientes criterios: (a) alto nivel de afectación o riesgo por biodeterioro, (b) imposibilidad de tratamiento por medio de los métodos disponibles o falta de eficacia de estos en la eliminación del agente, (c) existencia de espacios idóneos con condiciones ambientales controladas, tanto para la etapa de cuarentena como para el almacenamiento definitivo, y (d) riesgo de salud ocupacional de las personas colaboradoras. Asimismo, se sostuvo una reunión con Pablo Vasquez para definir los casos de estudio a ionizar.

El diseño del taller se desarrolló mediante un proceso dinámico, que mantuvo en todo momento presentes los objetivos definidos. El intercambio constante entre el CNCR, la CCHEN y las otras actorías relevantes, generó una iteración que puso de manifiesto todos los factores condicionantes, permitió adaptar lo necesario y, a la vez, sumar los aportes de cada parte involucrada. Esta misma

dinámica se mantuvo durante la ejecución del taller. Se sostuvieron reuniones con las instituciones seleccionadas, a quienes se les instruyó acerca del proceso y de los procedimientos a realizar. En este marco, el CNCR elaboró documentos específicos, como las orientaciones para la elaboración de sistemas de acondicionamiento (i.e. embalaje) (Reyes et al., 2025) y guías técnicas para el registro fotográfico de los objetos (Centro Nacional de Conservación y Restauración [CNCR], 2021 a, b). Asimismo, se adaptaron otros instrumentos, entre ellos, fichas clínicas y documentos de seguimiento como cadenas de custodia. De esta forma, se cumplió con los requisitos de ingreso al proceso de ionización establecidos por el Organismo Regulador de Seguridad Nuclear y Radiológica.

La ionización del patrimonio procedió según las indicaciones del experto y de la PIM, procurando en todo momento una comunicación estrecha y la presencia de las personas responsables de cada objeto, mientras que el CNCR coordinó las gestiones y comunicaciones. Se realizó además un registro de las actividades, con el objetivo de mantener el control de la trazabilidad de la intervención del patrimonio.

Considerando que el término del taller no constituye el fin del proceso, sino el inicio de las actividades de postratamiento y seguimiento de los objetos tratados, se contempló un plan de trabajo posterior, que en la actualidad se encuentra en desarrollo.

RESULTADOS

El primer momento relevante, previo al taller, consistió en la ionización de diversos materiales de prueba o probetas, lo que permitió ensayar y mejorar el procedimiento entre el CNCR y la CCHEN para el tratamiento. Se consideró el registro visual, caracterización, elaboración de sistemas

de acondicionamiento, traslado y logística, flujo de trabajo en las instalaciones de la CCHEN y, en particular, dentro de la PIM. En tanto, se capacitó a todos los operarios de la PIM en la manipulación de objetos patrimoniales (Figura 1). De este modo, se confirmó de manera aplicada que el tratamiento cumpliera con todos los estándares de seguridad necesarios para los objetos culturales.

Durante el taller, que se realizó desde el 29 de julio al 1 de agosto de 2025, el principal resultado fue la ionización de patrimonio afectado por biodeterioro. Las instituciones seleccionadas y

¹¹ Ver: <https://www.cncr.gob.cl/noticias/convocatoria-taller-de-ionizacion-para-el-patrimonio-cultural>; <https://www.cncr.gob.cl/noticias/taller-de-ionizacion-segunda-convocatoria-ampliada>



Figura 1. Equipo CCHEN y CNCR en la capacitación de los operarios de la PIM para la manipulación de objetos patrimoniales (Fotografía: Ledezma, L. 2025. Archivo CNCR).

CCHEN and CNCR teams during training of PIM operators in the handling of heritage objects (Photograph: Ledezma, L. 2025. CNCR Archive).

Equipe CCHEN e CNCR no treinamento dos operadores da PIM para a manipulação de objetos patrimoniais (Fotografia: Ledezma, L. 2025. Arquivo CNCR).

los objetos tratados se muestran en la Tabla 1. En consideración a la afectación de los objetos por insectos o microorganismos, el especialista entregó las indicaciones respecto de las dosis a aplicar a cada caso (Tabla 1). Además, se elaboró una evaluación crítica de cada objeto, con el propósito de descartar posibles riesgos para sus materiales constituyentes. Es importante destacar el ajuste entre las dosis indicadas y las dosis aplicadas (Tabla 1), un logro notable del equipo de la PIM, que junto con el objeto ionizado entregó un registro del control dosimétrico (dosis mínima, máxima y promedio).

El proceso involucró un trabajo previo o pretratamiento, que incluyó el diagnóstico y levantamiento del estado de conservación de los objetos, el registro por imágenes y la elaboración o adecuación de sistemas de acondicionamiento, junto con el levantamiento de información y la realización de procedimientos administrativos, incluyendo las gestiones correspondientes con el Consejo de Monumentos Nacionales.

Cada entidad realizó el traslado de sus objetos a la PIM, donde se aplicaron los procedimientos de rutina propios de esta instalación. El ingreso a la cámara de tratamiento se efectuó con la presencia de las personas asistentes al taller, instancia muy valiosa para que quienes no pertenecen a la CCHEN pudieran comprender de manera concreta en qué consiste el procedimiento. También fue posible presenciar la salida de objetos que requieren menor dosis de tratamiento, algunos de los que fueron inspeccionados en el momento (Figura 2).

Con posterioridad, los objetos culturales fueron devueltos y las personas responsables se comprometieron a realizar las actividades de postratamiento. Así mismo, se contempló el acompañamiento por parte del CNCR para un seguimiento de verificación de la efectividad de la intervención.

Por lo demás, se capacitó a más de 30 personas, entre funcionarios públicos y otros profesionales, provenientes tanto del ámbito del patrimonio y

Tabla 1. Lista de instituciones seleccionadas y los objetos tratados mediante tecnología de ionización. Se detallan los agentes bióticos de la afectación, dosis indicada y dosis aplicada.

List of selected institutions and objects treated using ionization technology. Details include the biotic agents involved, the indicated dose, and the applied dose.

Lista das instituições selecionadas e dos objetos tratados com tecnologia de ionização. São detalhados os agentes bióticos afetados, a dose indicada e a dose aplicada.

Institución	Nombre del objeto patrimonial	Afectación	Dosis indicada (KGy)	Dosis aplicada promedio (KGy)
Museo de Historia Natural de Valparaíso	Cauquén o ganso andino	Insecto (polilla)	~ 1	1
Universidad de Santiago de Chile	Archivo Textual de la Escuela de Artes y Oficios	Hongos	~ 6-10	6,63
Museo Histórico Nacional	Traje de encuerado o compadrito	Insecto (polilla)	~ 1	1
Catedral de Santiago	Candeleros de madera	Insecto	~ 2-3	4,38
Fundación Pablo Neruda	Busto de mujer	Insecto	~ 2-3	4,38
Museo Nacional de Bellas Artes	Quipu Menstrual	Insecto (polilla)	~ 1	1

cultura como del ámbito científico y tecnológico (Figura 3). Pablo Vasquez (2025), especialista de reconocida trayectoria, impartió un amplio abanico de contenidos¹², que se pueden resumir en tres tópicos principales: (a) la preparación del patrimonio

cultural antes de su tratamiento con radiación ionizante para su preservación y conservación, (b) en qué consiste ionizar patrimonio con diferentes materiales y la aplicación de dosis según el efecto biocida deseado y (c) la realización de tratamientos posionización en el patrimonio cultural expuesto a la radiación ionizante. De manera adicional, se abordó la consolidación de patrimonio, a solicitud de algunas personas asistentes.

Otro resultado relevante fue la creación de espacios de diálogo, en los que los representantes de las instituciones participantes pudieron exponer sus patrimonios afectados, conversar directamente con el experto, intercambiar experiencias y compartir sus puntos de vista (Figura 4). De este modo, se logró una mayor apropiación de los aprendizajes y se generó conocimiento de manera colectiva.

¹² Se abordaron 41 temas, entre los que se destaca: 2. Panorama general del tratamiento por radiación del patrimonio cultural. 3. Fundamentos científicos. 4. Situaciones que pueden solucionarse mediante irradiación. 9. Experiencia mundial - Experiencia brasileña 10. Desinfección del patrimonio cultural mediante técnicas clásicas y nucleares. 11. Efectos secundarios en materiales irradiados desinfectados. 16. Comportamiento mecánico de la madera, textiles, cuero, etc. en función de la dosis de radiación. 19. Comportamiento óptico del acabado, aglutinante, capa policromática, productos sintéticos para restauración, pigmentos, cuerno, hueso, tina, marfil, nácar, cerámica, mármol, gemas transparentes, gemas opacas, sílice, etc. 20. Efectos de la irradiación en el papel. 22. Efectos en el ADN. 25. Consolidación de artefactos de madera mediante irradiación gamma. 37. Accesibilidad a las colecciones de arte: Radiación ionizante para la preservación – Colección africana. 41. Técnicas nucleares no destructivas para la caracterización de objetos del patrimonio cultural: visión general.



Figura 2. Inspección de patrimonio, posterior al tratamiento mediante tecnología de ionización, realizada con el conjunto de asistente durante el taller y a cargo de las personas responsables de cada objeto (Fotografía: Quiroz, M. 2025. Archivo CNCR).

Inspection of heritage objects following ionization treatment, carried out jointly during the workshop by those responsible for each object (Photograph: Quiroz, M. 2025. CNCR Archive).

Inspecção do patrimônio, após o tratamento com tecnologia de ionização, realizada com o conjunto de assistentes durante o workshop e a cargo das pessoas responsáveis por cada objeto (Fotografia: Quiroz, M. 2025. Arquivo CNCR).



Figura 3. Personas capacitadas durante el taller (Fotografía: Quiroz, M. 2025. Archivo CNCR).

Participants trained during the workshop (Photograph: Quiroz, M. 2025. CNCR Archive).

Pessoas treinadas durante o workshop (Fotografia: Quiroz, M. 2025. Arquivo CNCR).



Figura 4. Intercambio de experiencias entre participantes y conversaciones con Pablo Vasquez (Fotografía: Quiroz, M. 2025. Archivo CNCR).
Exchange of experiences and discussions among participants with Pablo Vasquez (Photograph: Quiroz, M. 2025. CNCR Archive).
Intercâmbio de experiências entre participantes e conversas com Pablo Vasquez (Fotografia: Quiroz, M. 2025. Arquivo CNCR).

CONCLUSIONES

La exitosa aplicación de la tecnología de ionización de patrimonio, realizada por primera vez en Chile durante el taller, da cuenta de la factibilidad de su implementación en el país, en beneficio de la preservación del patrimonio cultural y del fomento del uso pacífico de la energía nuclear. Los aprendizajes obtenidos en el proceso cimientan las capacidades de las distintas entidades involucradas.

Este hito inicial plantea el desafío de consolidar y proyectar el uso de la tecnología de ionización en el patrimonio cultural. Para ello, es importante considerar las recomendaciones formuladas por el experto en su reporte (Vasquez, 2025), entre ellas, continuar con la difusión y capacitación de profesionales del ámbito de la conservación y restauración en estas técnicas, junto con la divulgación de guías y protocolos por medio de la

red de instituciones culturales. Esta red, por cierto, debe ser expandida y fortalecida para afrontar los desafíos que involucra la implementación de la tecnología de ionización en este sector. Asimismo, durante el taller, el especialista expuso los beneficios de generar una guía breve de buenas prácticas para la implementación de esta técnica en el contexto nacional.

Es importante destacar el activo rol de las personas representantes de cada institución, las que se comprometen y ponen sus capacidades a disposición del objetivo común. En ese sentido, es relevante avanzar en la implementación de un marco formal de los procedimientos, sin descuidar el ámbito humano que involucra el fortalecimiento de los equipos de trabajo y la difusión a toda la comunidad de profesionales.

Entre los próximos desafíos a resolver se encuentra el establecimiento de una red institucional articulada por el CNCR, que permita generar diálogo y organización entre quienes requieren las tecnologías nucleares y quienes las ponen a disposición. Además, es pertinente considerar medidas de cuidado para evitar la reincidencia de biodeterioro en los objetos ya tratados, junto con un registro de dichos objetos que prevenga la repetición y acumulación de dosis aplicadas por sobre los límites de seguridad. Por lo demás, surge el desafío de descentralizar y permitir el acceso a estas tecnologías a organizaciones de todo el territorio nacional. Finalmente, resulta necesario considerar la postulación a proyectos para financiar cada uno de los elementos que involucra el proceso de implementación, junto con proyectar de qué forma se sustentarán, en términos económicos, los tratamientos de ionización de patrimonio cultural en el futuro.

El objetivo a largo plazo es poner a disposición del país una alternativa sustentable contra las problemáticas generadas por insectos y microorganismos que afectan las colecciones patrimoniales de Chile, lo que adquiere especial relevancia si se considera que en el mercado existen pocas opciones de tratamiento para abordar el biodeterioro del patrimonio cultural de manera segura, tanto para las personas como para el medio ambiente. Esto es especialmente crítico en contextos de emergencia en los que hay afectación de grandes volúmenes de materiales, como es el caso de las emergencias por agua en archivos patrimoniales. También se reconoce el limitado acceso a tratamientos apropiados en el caso de colecciones de alta vulnerabilidad, como cuerpos humanos y restos bioantropológicos.

COMENTARIOS FINALES

Se destaca el significativo hito que representó el taller: la aplicación inédita en Chile de la tecnología de ionización a patrimonio cultural para su preservación. Junto con lo anterior, resulta esencial reconocer el rol de las personas y equipos humanos en este logro, lo que conduce a enfatizar la importancia

de consolidar en las instituciones el modelo de gestión y financiamiento que permita un acceso sostenible en el tiempo a esta tecnología. Todo esto con el propósito de contribuir a una preservación más eficaz y segura del patrimonio afectado por biodeterioro.

REFERENCIAS CITADAS

Amaya, M. I. y Astorga, R. (2024). *Informe de resultados de análisis UCC-025*. Centro Nacional de Conservación y Restauración. Documento no publicado.

Centro Nacional de Conservación y Restauración. Unidad Documentación Visual e Imagenología. (2021a). *Captura y revelado de imágenes para la documentación visual del patrimonio cultural*. Código: PROC_UDVI_001, Versión: 01, Fecha: 27-07- 2021. CNCR. Documento no publicado.

Centro Nacional de Conservación y Restauración. Unidad Documentación Visual e Imagenología. (2021b). *Creación y aplicación de Perfil de Cámara por X- Rite Colorchecker passport y classic para Adobe Camera Raw*. Código: PROC_UDVI_02, Versión: 03, Fecha: 27-07-2021. CNCR. Documento no publicado.

Cortella, L. (2019). *Préserver les vestiges du passé, les atouts de l'irradiation gamma*. CLEFS CEA, 1. <https://www.cea.fr/multimedia/Lists/StaticFiles/clefs/science-histoire/les-atouts-de-l-irradiation-gamma.html>

Cortella, L., Albino, C., Tran, Q-K. y Froment, K. (2020). 50 years of French experience in using gamma rays as a tool for cultural heritage remedial conservation. *Radiation Physics and Chemistry*, 171(108726), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.108726>

International Atomic Energy Agency. (2017). *Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation*. IAEA Radiation Technology Series No. 6. IAEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/16-17821_PUB1747_web.pdf

Reyes, B., Echeverría, C. y Pradenas, C. (2025). *Instructivo Técnico Preparación de sistemas de acondicionamiento o embalaje para la manipulación y traslado de objetos patrimoniales*. CNCR. Documento no publicado.

Vasquez, P. (2025). *Expert Mission on Cultural Heritage Conservation and Preservation by the Utilization of Nuclear Science and Technology. Project Number: CHI9026*. Department of Technical Cooperation. End-of-Mission Report. IAEA. Documento no publicado.