

TÍTULO:	LASER BASED INTERVENTION ON HISTORICAL STAINED-GLASSES
AUTOR:	MAINGI, EVAN MAINA
PROGRAMA DE DOCTORADO:	HUMANIDADES Y COMUNICACIÓN
ACTO Y FECHA DE LECTURA:	EL ACTO PÚBLICO DE DEFENSA DE TESIS SE DESARROLLARÁ EL DÍA 06 DE SEPTIEMBRE DE 2022, A LAS 14:00 HORAS, DE MANERA TELEMÁTICA, A TRAVÉS DE MICROSOFT TEAMS.
DIRECTORES:	PILAR ALONSO ABAD LUIS ALBERTO ANGUREL LAMBAL RÉMY CHAPOULIE
TRIBUNAL:	BRUNO BOUSQUET ELENA VICENTE DOMINGO ANNE CHABAS RÉMY CHAPOULIE LUIS ALBERTO ANGUREL LAMBÁN
RESUMEN:	<p>El objetivo principal de esta investigación doctoral fue hacer contribuciones al conocimiento de la interacción láser-vidrio desde el punto de vista de la conservación. Se identificaron una serie de técnicas a aplicar para obtener los resultados finales. En primer lugar, se realizó una valoración de la bibliografía, así como de trabajos previos realizados in situ por especialistas en conservación sobre el vidrio utilizado en monumentos históricos. También se definió y comparó el estado del arte de los métodos de conservación y su influencia en vidrios históricos seleccionados. Además, se llevó a cabo una evaluación inicial de la interacción láser-vidrio, teniendo en cuenta los parámetros de emisión del láser y las propiedades fisicoquímicas del material. Se llevó a cabo el tratamiento con láser de piezas de vidrio para investigar la eficacia de la limpieza con láser bajo parámetros láser controlados. Las tres principales interacciones láser-material que se han tenido en cuenta durante este trabajo de investigación son la fototérmica, la fotoquímica y la fotomecánica.</p> <p>Los materiales para este proyecto incluyeron vidrios modernos utilizados con fines de restauración adquiridos de la fábrica de vidrio de Verrière de Saint-Just France, vidrieras históricas de la Catedral de Cuenca (España) y de la Catedral de Chartres (Francia).</p> <p>Este trabajo de investigación también consideró la importancia del establecimiento de criterios de selección de herramientas láser para la descontaminación/conservación de vidrios históricos; la comparación de los métodos de conservación con láser con otras técnicas de restauración alternativas en términos de cómo se ven afectadas las propiedades del material; y desarrollo de un método láser dinámico, automatizado o semiautomático de conservación de vidrios</p>

históricos. Los resultados generales esperados para este trabajo fueron: Avanzar en la comprensión de las interacciones del láser con anteojos históricos. Desarrollar criterios prácticos para aplicar los láseres en la conservación del patrimonio cultural así como establecer problemas asociados a los vidrios históricos, según su origen y uso. Además, desarrollar las habilidades necesarias para seleccionar, operar con seguridad y aplicar láseres a problemas en materiales del patrimonio cultural en general.

En este trabajo de investigación doctoral se utilizaron láseres de pulsos ultracortos para desarrollar protocolos de limpieza láser de la superficie de una serie de vitrales contemporáneos de uso frecuente en restauración; uno de los objetivos es explorar la aplicabilidad del uso de estos láseres para limpiar de manera segura vidrieras históricas y definir protocolos seguros y efectivos para la limpieza con láser de estos vidrios. Los resultados mostraron que, incluso cuando se trabajaba con valores de energía inferiores al umbral de daño, el factor limitante era la acumulación de calor en la capa de recubrimiento que se estaba eliminando, generando posteriormente tensiones térmicas significativas y destructivas. Se han diseñado diferentes protocolos de limpieza por láser que permiten controlar los gradientes de temperatura locales inducidos por el láser que podrían deteriorar el vidrio. Se exploraron dos alternativas diferentes. El primero se basa en aplicar el modo ráfaga cuando se utilizan láseres que operan con frecuencias en el rango de varios cientos de kHz. Este protocolo se basa en limitar el número de pulsos en cada ráfaga y seleccionar un lapso de tiempo adecuado entre dos ráfagas consecutivas. El segundo se basa en reducir la frecuencia efectiva a valores inferiores a 20 kHz.

Se aplicaron los protocolos establecidos para la limpieza con láser de las vidrieras históricas de la catedral de Cuenca (España) y la catedral de Chartres (Francia). Los vidrios se analizaron antes y después de la limpieza con láser mediante microscopía óptica y confocal, microscopía electrónica de barrido, espectroscopia de rayos X de dispersión de energía, fluorescencia de rayos X y espectroscopia Raman. Fue posible ubicar los vasos en su contexto histórico así como identificar los compuestos constituyentes de la costra que se había formado en la superficie de estos vasos. Los resultados de la limpieza con láser mostraron que el protocolo propuesto fue efectivo para descontaminar los vidrios históricos sin inducir daño a la capa de grisalla o al sustrato de vidrio.

Finalmente, se realizó un estudio para hacer una comparación entre los métodos de restauración convencionales con la limpieza con láser. Se demostró que la limpieza con láser es una técnica eficaz, segura, rápida, precisa y controlable para la restauración de vidrieras históricas.

Palabras clave: Vitral; Patrimonio cultural; Láser de pulso ultra-corto; Conservación.

Keywords: Stained-glass; Cultural heritage; Ultra-short pulsed laser; Conservation.