

LIMPIEZA Y RESTAURACION CON LASER

Bilmes, G.M.¹, Freisztav, C.M.² y Orsetti, A.³

Centro de Investigaciones Ópticas- CIOP (CONICET-CIC)
Casilla de correo 124, 1900, La Plata, Argentina.

Tel.: 54-221-484-2957/0280. Fax: 54-221-471-1190. gabrielb@ciop.unlp.edu.ar

INTRODUCCION

Los primeros trabajos referidos a la limpieza y restauración con láser de objetos de valor patrimonial datan de mediados de la década del 70¹. Sin embargo es recién en los últimos años que se observa una evolución sistemática tanto en las investigaciones relacionadas con el tema, como en el desarrollo de equipos láser versátiles y compactos para este tipo de aplicaciones. Simultáneamente en este período se asiste a una consolidación de los conocimientos vinculados a los procesos de interacción láser-materia involucrados en estos tratamientos².

Para entender las posibilidades que brinda el láser en este tipo de aplicaciones, conviene recordar que las técnicas convencionales de limpieza de objetos son básicamente de tipo abrasivo (flujos de aire, partículas), químicos ó manual-mecánicos. Los métodos abrasivos provocan cambios en el perfil superficial de la muestra y suelen tener consecuencias ambientales no deseadas. La técnicas químicas además de presentar las mismas dificultades, tienen el inconveniente de que aún después de realizado el tratamiento pueden producir efectos residuales. La limpieza manual-mecánica exige procedimientos largos y engorrosos, entrenamiento y destreza del operador y no siempre es aplicable. Por estas razones, la posibilidad de emplear métodos alternativos, no destructivos, rápidos y efectivos resulta de particular interés para restauradores y conservadores. Este es el caso de la limpieza de objetos con láser que presenta además las siguientes ventajas adicionales sobre las técnicas convencionales:

- Eliminación selectiva del material depositado en la superficie.
- Ausencia de contacto mecánico con la superficie del material a tratar.
- Preservación del relieve superficial
- Versatilidad: teóricamente cualquier material puede ser limpiado con láser y esta técnica puede combinarse con cualquiera de los métodos tradicionales.
- Control preciso: Se pueden eliminar capas de espesor muy fino y selectivamente en áreas muy reducidas.
- No existe el riesgo de acción continua en el tiempo una vez concluido el proceso de limpieza.
- Producen nulo o mínimo daño ambiental y el material eliminado (suciedad) puede ser caracterizado y analizado a tiempo real durante el proceso de limpieza.

1.- Inv. Independiente CIC y Prof. Adjunto UNLP

2.- Estudiante del último año de la Facultad de Ingeniería de la UNLP.

3.- Conservador, Director del Area de Conservación y Restauración de la Subsecretaría de Patrimonio Cultural -GCBA.

Este tipo de tratamientos ha mostrado su comprobada efectividad en la restauración y limpieza de fachadas de edificios, estatuas, ornamentos y molduras, etc. y en diversos

procesos industriales (fabricación de semiconductores, industria automotriz, plásticos, etc.)

El laboratorio de Ablación, Limpieza y Restauración con Láser (LALRL) que funciona en el CIOp es la primera y por el momento la única institución en el país que desarrolla en forma regular una actividad en este campo. Entre las tareas realizadas en los últimos años merecen mencionarse:

- Limpieza y eliminación de suciedad sobre papel- soporte de documentos históricos, tapas, lomos y frentes de libros³, cueros, huesos, textiles y monedas; limpieza de objetos de vidrio utilizando un procedimiento novedoso desarrollado y patentado para ese fin⁴; estudio de parámetros de limpieza involucrados en la eliminación de polución, pinturas y grafitis en revoques, yesos, mármoles y maderas.
- Análisis, mediante espectroscopía láser, de los constituyentes elementales de la suciedad superficial y de la composición de materiales en objetos de interés arqueológico.
- Invención y desarrollo de métodos e instrumentos para medición de suciedad superficial y para control de calidad de limpieza de superficies con láser⁵⁻⁷.

En este trabajo se muestran algunos ejemplos de los resultados obtenidos en tratamientos de limpieza y restauración de objetos y materiales de interés patrimonial. En particular: molduras de edificios; monedas antiguas; textiles de cáñamo, huesos, cueros y objetos de vidrio.

EXPERIMENTAL

El mecanismo básico empleado para la limpieza con láser es la *ablación* de la capa de material superficial que contiene suciedad⁸. Cuando un pulso láser de corta duración (típicamente ns) incide sobre una capa de suciedad, esta absorbe la radiación, se calienta evaporándose violentamente, se forma un plasma y se produce la expulsión del material que compone la suciedad. Durante el proceso se observa luminiscencia (plasma blanco) y sonido (chasquido) típicos del proceso de ablación. Ambos efectos desaparecen cuando la superficie ha sido limpiada y no se ponen de manifiesto cuando la incidencia se realiza sobre el sustrato limpio. Si la fluencia del láser es adecuada, la acción sólo se produce sobre la capa de mugre superficial, sin afectar el sustrato. En la mayoría de los casos basta un solo pulso para efectuar la limpieza y la exposición continua de la superficie tratada a la acción del láser, no produce ningún efecto posterior.

Las experiencias fueron llevadas a cabo empleando un láser de Nd-YAG, en modo Q-switch, de enfoque variable con pulsos de 100 mJ de energía y 10 ns de duración, trabajando a una frecuencia de repetición de 10 Hz y a una longitud de onda de 1064 nm. El tamaño del haz del láser se modificó por medio de una lente divergente, de modo de poder variar la fluencia y evitar daños en el sustrato. La limpieza se realizó haciendo incidir el haz del láser en forma perpendicular a la superficie del material a limpiar.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Limpieza de molduras de mortero

Objeto: moldura de edificio

Tipo de Suciedad: "grafitti" (pintura sintética negra en aerosol)

Métodos tradicionales de limpieza: Limpieza química; hidrolavado con presión; micropartículas a presión (utiliza microesferas de vidrio o cáscara de nuez molida).

Limpieza realizada con láser: La acción del láser es selectiva, interactuando con la pintura sin dañar el sustrato. No quedan en el mortero sustancias que puedan actuar con posterioridad a la limpieza. Prácticamente no se generan residuos dado que la mayor parte de la suciedad se volatiliza. *Ritmo de limpieza:* 2 a 4 cm²/min a 10 Hz.

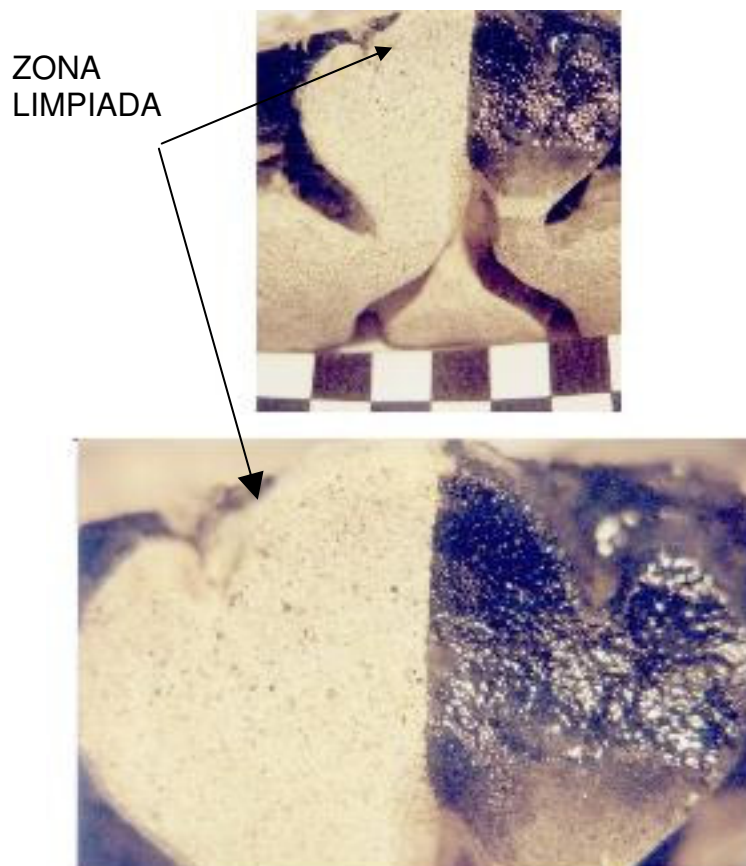


Figura 1: Limpieza con láser de una moldura de concreto

2. Limpieza de monedas de cobre

Objeto: moneda Argentina de 1891

Tipo de suciedad: grasitud, oxidación y partículas adheridas.

Métodos tradicionales de limpieza: Limpieza electrolítica o electroquímica, baños con ácidos y agentes secuestradores alcalinos. En algunos casos pueden erosionar el metal y necesitan ser neutralizados al final del tratamiento. Posteriormente se aplica un barniz protector.

Limpieza realizada con láser: La figura 2 muestra los resultados obtenidos limpiando directamente con láser, antes de la aplicación del barniz de protección.

Ritmo de limpieza: 4 cm²/min a 10 Hz



Figura 2: Limpieza con láser de una moneda de cobre

3. Limpieza de textiles de cáñamo

Objeto: Fragmento de entramado de cáñamo, proveniente de excavaciones urbanas realizadas en la ciudad de Buenos Aires.

Tipo de Suciedad: tierra, partículas adheridas.

Métodos tradicionales de limpieza: Cepillos y aspiradoras con reguladores de succión, sólo si el estado de conservación de la tela lo permite; lavado con agua destilada y/o detergente neutro según el estado de conservación.

Limpieza realizada con láser: Dado el deterioro de la pieza, la limpieza con láser proporciona una ventaja fundamental sobre los métodos tradicionales al evitar el contacto mecánico y la manipulación del objeto. *Ritmo de limpieza:* de 6 a 8 cm²/min a 10 Hz.



ZONA SUCIA

Figura 3: Limpieza con láser de tela de cáñamo

4. Limpieza de huesos

Objeto: parte interior de una calota perteneciente a un cráneo precolombino.

Tipo de Suciedad: partículas adheridas, grasa, tierra.

Métodos tradicionales de limpieza: lavado en humedad controlada con detergente neutro. Si el estado de conservación lo permite se puede limpiar con alcoholes u otros solventes.

Limpieza realizada con láser: Además de la ventaja de realizar una limpieza seca, se pueden tratar sin inconvenientes zonas debilitadas con rugosidades o relieves. *Ritmo de limpieza:* 8 cm²/min. a 10 Hz



Figura 4: Limpieza con láser de un cráneo precolombino

5. Limpieza de Cueros

Objeto: Trozo de cuero de foca, utilizado a principio de siglo XX para fabricación de vestimenta. Procedencia: Antártida Argentina

Tipo de suciedad: grasitud, partículas penetradas en los poros y hongos.

Métodos tradicionales de limpieza: Lavado con espumas de detergentes neutros, utilizando una esponja humedecida, evitando mojar en exceso.

Limpieza realizada con láser: Se logra la recuperación del brillo y textura original. Ritmo de limpieza : 4 cm²/min a 10 Hz.



6. Limpieza de objetos de Vidrio

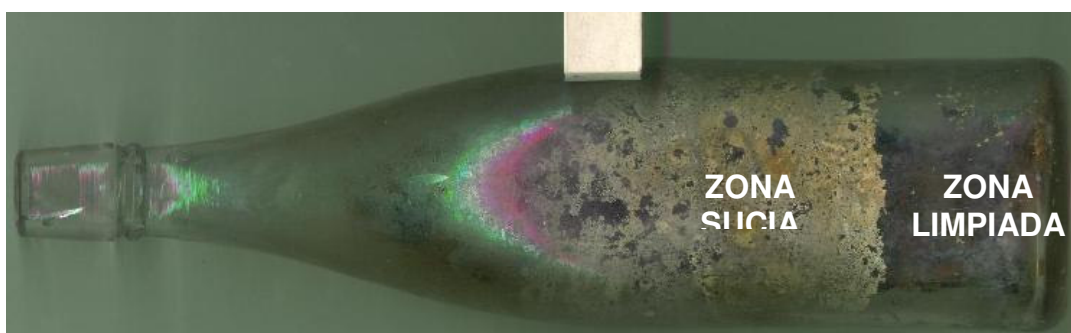
Objeto: botella de vidrio del siglo XIX proveniente de excavaciones urbanas realizadas en la ciudad de Buenos Aires.

Tipo de suciedad: interior (tierra, restos de contenido y partículas, adheridas).

Métodos tradicionales de limpieza: Lavado con detergentes y cepillos, según posibilidades de acceso.

Limpieza realizada con láser: Patente de Invención No 18/99 - 24-2-99- Cuba⁴

Ritmo de limpieza: 5 cm²/min. a 10 Hz



BIBLIOGRAFIA

- 1.- J. Asmus: *Light cleaning: Laser technology for surface preparation in the arts*” Technology and conservation, N13, 14, 1978.
- 2.- Journal of cultural Heritage. Proceedings of the International Conference LACONA III: *Lasers in the conservation of Artworks*. Vol 1. 2000. Elsevier

- 3.- C. Freisztav, A. Orsetti y G.M. Bilmes. *Aplicaciones del láser en limpieza y eliminación de manchas sobre papel*. Proceedings del Seminario Iberoamericano sobre Procesamiento de Materiales con Láser Buenos Aires, Argentina. 1999
- 4.- L. Ponce Cabrera, T. Flores Reyes, G.M. Bilmes. *Método de limpieza de superficie de laminas de materiales transparentes en la zona visible e infrarroja del espectro empleando un láser que incide a través de la lamina*. Patente de invención con Registro Nro: 18/99. Fecha: 24-2-99. Cuba
- 5.- G. M. Bilmes y O. E. Martínez. *Método para la determinación de suciedad en superficies*. Registro Nro: AR9906271. 9-12-99. Argentina
- 6.- G. M. Bilmes, O.E. Martínez, P.R. Seré, R. Musso, D.J.Orzi, A. Pignotti. *Laser instrument for determination of the degree of cleanliness in cold-rolled steel plate manufacturing*. Publicado en Latin American Applied Research. 2001. Patente en Argentina P000101241. Fecha: 12-3-2000. Registro en trámite en los EEUU, Iniciado 20 marzo 2001
- 7.- C. M. Freisztav, N. Cap, H. Rabal, A. Orsetti y G. M. Bilmes. *Control de calidad de la limpieza de superficies con láser, utilizando procesamiento digital de imágenes*. Taller Iberoamericano de Física Aplicada en la Ingeniería -EFING 2000. La Habana-Cuba 2000.
- 8.- K. G. Watkins, J.H. Larson, D.C. Emmony and W.M. Steen: *Laser cleaning in art restoration* AS review. Procc. Nato ASI Laser Processing: Surface treatment and film Deposition, Sesimbra, Portugal, July 3-16, 1994.