

## **CRIOARENADO: UNA NUEVA OPCIÓN PARA LA LIMPIEZA DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Casellato, U.<sup>1</sup>; Favaro, M.<sup>1</sup>, Rosato, V.G.<sup>2,3</sup>, Zicarelli, S. S.<sup>4</sup>**

LEMIT, Avenida 52 entre 121 y 122, La Plata, T.e. (0221) 4831141 al 44, Fax (0221) 4250471

E-mail [direccion@lemit.gov.ar](mailto:direccion@lemit.gov.ar)

<sup>1</sup> Investigador CNR- ICIS, Italia. <sup>2</sup> Investigador CONICET. <sup>3</sup> Instituto Spegazzini, Facultad de Ciencias. Naturales y Museo, U. N. L. P. <sup>4</sup> Profesional de Apoyo CIC-LEMIT

### **RESUMEN**

Uno de los requerimientos más importantes para una intervención de limpieza de las superficies en un edificio histórico es que deben ser eliminados los materiales depositados sin modificar las superficies originales, y por último no es menos importante, asegurar un bajo impacto tanto al ambiente como a la salud del operador. Dentro de este enfoque, el crioarenado es una metodología de interés a emplear en la limpieza de materiales de construcción como ser rocas y cerámicos.

El crioarenado, técnica conocida para propósitos de limpieza industrial, ha sido utilizada ocasionalmente en el campo del patrimonio cultural alcanzando resultados irregulares. Las ventajas de esta técnica son la ausencia de residuos producidos durante la limpieza, bajo riesgo ambiental y de salud, y finalmente el bajo costo de los "pellets" de impacto.

La finalidad de la investigación encarada es definir parámetros correctos para un uso apropiado del crioarenado, como son los materiales del substrato, depósitos a eliminar y condiciones climáticas.

Los efectos de la limpieza y los cambios morfológicos inducidos en diferentes substratos se investigaron por microscopía óptica y electrónica de barrido. Los resultados preliminares muestran que la eficiencia de limpieza se ve fuertemente afectada por la textura y composición mineralógica de los substratos colonizados.

### **INTRODUCCION**

Dentro de un amplio plan de investigaciones, de acuerdo al Proyecto Conjunto de Investigación LEMIT (Argentina) - ICIS (Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici), Universidad de Padua (Italia), titulado "Estudio de los efectos del biodeterioro causado por líquenes sobre la arquitectura histórica de La Plata, Argentina", se desarrollaron experiencias que se resumen en el presente trabajo.

Es conocido que la limpieza es la tarea más difícil en cualquier trabajo de restauración (Lazzarini e Tabasso, 1986) y esto es especialmente cierto cuando la superficie está colonizada por microorganismos que puedan causar daño, como se ha notado en los líquenes (Nimis P.L., Pinna D. & Salvadori O. 1996). Por ejemplo, *Caloplaca citrina* penetra hasta 1,5 mm en un sustrato de mortero de cemento (Traversa et al., 2001) generando alteraciones en dicho sustrato. Si este sustrato se limpia con hidrolavado, los agregados superficiales se desprenden y, además, los soredios (estructuras reproductivas del líquen) se dispersan en la superficie, facilitando una recolonización rápida (Rosato, 2002).

Uno de los requerimientos más importantes para una intervención de limpieza de las superficies en un edificio histórico es antes que nada ser eficiente eliminando los materiales depositados sin modificar las superficies originales, y además asegurar un bajo impacto tanto al ambiente como a la salud del operador. Dentro de este enfoque, el criareado se considera como una metodología de limpieza, que puede resultar de interés para ser empleada en materiales de la construcción (roca, ladrillos, cerámicos, morteros, etc.).

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el marco de un proyecto de colaboración LEMIT- ICIS se realizaron pruebas preliminares para eliminar la colonización biológica sobre piedra de Istria y baldosas de traquita de Venecia y sobre tejas cerámicas colonizadas por líquenes, obtenidas en edificios históricos de las localidades de Magdalena y Berisso (Provincia de Buenos Aires): una teja plana de 120 años, correspondiente a un viejo casco de estancia y una teja redondeada de 60 años de una iglesia correspondiente a un emprendimiento social de fines de la década del 40, respectivamente. Los líquenes se observaron bajo microscopio estereoscópico y óptico y se identificaron con la ayuda de claves (Adler, 1992).

Se efectuaron pruebas de limpieza sobre estos materiales ajustando la presión del chorro entre 1,5 a 3 bars y la distancia para obtener un buen balance entre la eficiencia de limpieza y efectos poco invasivos (ver Fotografías 1,2 y 3).



**Fotografía 1. Equipo de criareado. Se observa el tanque de reserva de CO2 congelado y granulado.**



**Fotografía 2. Detalle de CO2 congelado y granulado en el tanque de reserva y gránulos de CO2 congelado**



**Fotografía 3. Pistola de aire comprimido lanzando un chorro de CO2 congelado y granulado**

**Fotografía 4. Muestra de mortero. Evaluación de capas de pintura con crioarenado.**

En algunas experiencias se observó cómo se puede lograr la eliminación de las capas sucesivas de pintura existente sobre morteros (ver fotografía 4), ajustando el grado de limpieza a los requerimientos.

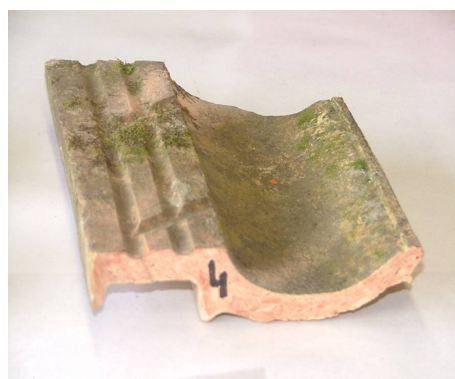
Otras pruebas llevadas a cabo en Venecia sirvieron para observar la remoción de algas de canales y del asfalto utilizado para impermeabilizar los cimientos.

Los efectos de la limpieza y los cambios morfológicos inducidos en los diferentes sustratos evaluados se investigaron por microscopía óptica y electrónica de barrido (MEB). En el caso de las tejas en estudio, las muestras se obtuvieron antes y después de la limpieza realizada por crioarenado. Se prepararon secciones lúcidas, que se cubrieron con oro y se observaron bajo MEB para examinar la superficie detectando cualquier daño posible causado por la técnica de limpieza.

## RESULTADOS

Las tejas en estudio estaban colonizadas principalmente por un líquen folioso, *Xanthoparmelia microspermum* (Müller. Arg.) Hale. Al realizar las pruebas con la técnicas de crioarenado se notó por observación directa que la teja más antigua se pudo limpiar con buenos resultados y sin daño evidente, mientras la teja más reciente perdió material (Fotografías 5, 6, 7 y 8).

Las observaciones con MEB pusieron en claro que la teja más antigua tiene una textura homogénea, con pequeños poros, mientras la teja de 60 años tiene una estructura laminar, paralela a la superficie, que origina consecuentemente una delaminación luego de la limpieza, casi con seguridad por efecto del impacto. (Fotografías 9 y 10).



**Fotografía 5: Teja de 120 años antes del crioarenado**



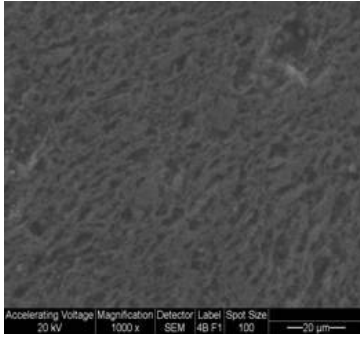
**Fotografía 6: Teja de 120 años antes del crioarenado a 3.5 bar**



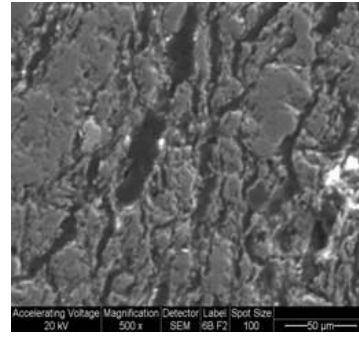
**Fotografía 7: Teja de 60 años antes del crioarenado**



**Fotografía 8: Teja de 60 años luego del crioarenado a 2.5 bar Se observa la pérdida de material superficial.**



**Fotografía 9: Fotomicrografía MEB de la teja de 120 años**



**Fotografía 10: Fotomicrografía MEB de la teja de 60 años**

El crioarenado a 1,5 bar pudo eliminar, de acuerdo a experiencias realizadas, eflorescencias blancas originadas por lixiviación de sales existentes en la matriz cerámica de una teja de 60 años sin originar un daño notable (Fotografías 11 y 12).



**Fotografía 11: Teja de 60 años antes del crioarenado**



**Fotografía 12: Teja de 60 años luego del crioarenado a 1.5 bar**

En otras experiencias ejecutadas en una rejilla de roca calcárea no se pudo limpiar totalmente aunque los musgos que crecían sobre ella se eliminaron fácilmente. Las secciones delgadas muestran que las algas son endolíticas, inmersas en el sustrato, por lo que en este caso el crioarenado no fue efectivo (Fotos 13, 14 y 15).

Respecto a un ornamento ejecutado en arenisca con la existencia de una costra negra muy fuertemente adherida, la experiencia de limpieza originó la pérdida significativa de material cuando se procedió a su limpieza a una presión de 3,5 bar (ver Fotografías 16, 17 y 18).





**Fotografía 13: Rejilla de roca calcárea antes de la limpieza**



**Fotografía 14: Rejilla de roca calcárea luego del crioarenado a 3.5 bar. La limpieza no resulta satisfactoria.**



**Fotografía 15: Fotomicrografía de una sección delgada de la piedra luego de la limpieza. Se observan las algas que crecen entre los cristales de cuarzo de la roca**



**Fotografía 16: Ornamento de arenisca con costra negra**



**Fotografía 17: Ornamento de arenisca luego del crioarenado a 3.5 bar**



**Fotografía 18: Fotomicrografía de una sección delgada del ornamento de arenisca luego de la limpieza**

## **CONCLUSIONES**

La eficiencia de la limpieza mediante crioarenado depende fundamentalmente de la dureza y microestructura del material del sustrato, por lo que la presión y la distancia para realizar la limpieza deben ser cuidadosamente ajustadas. También resulta difícil eliminar crecimientos biológicos cuando están firmemente adheridos al sustrato o inmersos en él, por lo cual para que la limpieza sea efectiva y duradera en el tiempo debe combinarse con un biocida para ser realmente efectiva.

Hay que destacar que esta técnica permite un control muy ajustado del grado de limpieza que se desea efectuar, como se observa en la muestra de mortero con capas superpuestas de pintura.

## **REFERENCIAS**

- [1] ADLER, M.T. "CLAVE DE LOS GÉNEROS Y LAS ESPECIES DE PARMELIACEAE (LICHENES, ASCOMYCOTINA) DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (ARGENTINA)". *Bol. Soc. Argentina de Botánica* **28** (1-2), 1992, pp. 11-17.
- [2] LAZZARINI, L. y TABASSO, M. L. "IL RESTAURO DELLA PIETRA". CEDAM, Padova, 1986.
- [3] NIMIS P.L.; PINNA D. and SALVADORI O. "LICHENI E CONSERVAZIONE DEI MONUMENTI". Ed. CLUEB, Bologna, 1996, pp. 165.
- [4] ROSATO, V.G. "HIDROLAVADO DE SUPERFICIES COLONIZADAS POR LÍQUENES EN MONUMENTOS Y EDIFICIOS HISTÓRICOS". I Jornada Técnicas de restauración y conservación del patrimonio. La Plata, 6 de septiembre de 2002. (Editado en CD).