

HIDROLAVADO DE SUPERFICIES COLONIZADAS POR LIQUENES EN MONUMENTOS Y EDIFICIOS HISTORICOS

Rosato, V. G.¹

LEMIT (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario par la Investigación Tecnológica).
52 e/ 121 y 122, 1900. La Plata, Argentina. hormigones@lemit.gov.ar

INTRODUCCION

En los trabajos de recuperación y puesta en valor de edificios históricos o monumentos pertenecientes al patrimonio cultural de una nación o región, la limpieza de las superficies cobra un interés particular.

Esta es una operación delicada e irreversible que no da la posibilidad de corregir errores y puede dañar irreparablemente las superficies, y se debe afrontar con todas las precauciones indispensables (Lorenzi y Tabasso, 1986):

- El proceso de limpieza debe ser controlable en cada fase, graduable y selectivo (se debe poder eliminar exactamente lo que se desea, es decir, los diferentes tipos de suciedad).
- No debe originar sustancias agresivas para la durabilidad y conservación de las superficies (por ej, sales solubles o expansivas).
- No debe producir modificaciones, microfracturas o fuertes abrasiones sobre la superficie limpia, lo que puede acelerar el deterioro por aumento de la porosidad superficial. Debe recordarse que todos los procesos físico-químicos de alteración de los materiales se encuentran directamente vinculados a la porosidad, en particular con la porosidad abierta o interactuante con el medio externo

En todos los casos, la limpieza, al igual que las demás tareas de restauración y conservación es tarea propia de personal especializado, que conozca los límites y posibilidades del método empleado, porque el éxito de una limpieza depende tal vez más de los conocimientos del operador que de la tecnología a emplear, la cual sin embargo debe ser adecuadamente elegida.

En la limpieza de superficies se distinguen los siguientes métodos (Lorenzi y Tabasso, *op. cit.*): Agua a baja presión., arenado, limpieza química con empleo de agentes no agresivos, limpieza manual con pequeñas herramientas, agua atomizada., ultrasonido, aeroabrasivos de microarenados, arcillas especiales (fango de sepiolita) y laser.

Algunos de estos métodos, como el uso de ultrasonido o laser o la limpieza manual usando solventes y pequeñas herramientas de metal o plástico, sólo se emplean en forma restringida en monumentos históricos y obras de arte valiosas y de pequeño tamaño, ya que por el tiempo que se emplea y el costo de mano de obra, resulta prohibitivo aplicarlo en las superficies de un edificio.

Existen otros métodos, pero están totalmente desaconsejados por el impacto que provocan en las superficies tratadas, como por ejemplo: limpieza con agua a alta presión, limpieza con vapor saturado, arenado no controlado, limpieza mecánica, limpieza con ácidos, álcalis y detergentes varios y limpieza mediante llama.

En Argentina el método de limpieza más utilizado es el hidrolavado. Sin embargo, algunos restauradores, en particular europeos lo desaconsejan por el daño mecánico que causa el impacto del chorro de agua, al provocar desgaste y desprendimiento del material, especialmente si se trata de edificios o monumentos antiguos con superficies muy alteradas. Actualmente, se ha modificado la técnica para evitar dichos inconvenientes, con aparatos que usan presión variable y boquillas y generan un chorro helicoidal que impacta tangencialmente sin dañar la superficie, tal como se ha aplicado recientemente en los muros de la Basílica de San Francisco en Asís, Italia.

Cuando la superficie se encuentra colonizada por líquenes (organismos originados en la simbiosis de un hongo y un alga), en muchos casos el hidrolavado no resulta suficiente. Eso se debe a que muchas especies, como *Caloplaca citrina*, la más común y difundida en la Provincia de Buenos Aires, Argentina, tienen elementos de reproducción vegetativa conjunta del hongo y del alga llamados soredios. Dichos soredios, formados por un pequeño acúmulo de hifas (filamentos del hongo) y células del alga, se dispersan en el ambiente por acción del viento y del agua, haciendo más simple y rápido el establecimiento de nuevas colonias. En consecuencia, al aplicar el hidrolavado se elimina el líquen, pero se diseminan los soredios que volverán a colonizar esa superficie rápidamente, y otras ubicadas en las proximidades.

En estos casos, la forma de eliminar el líquen es mediante la acción de biocidas, pero antes de llegar a esa decisión hay diversos factores que evaluar:

- Se debe considerar si la presencia de estos organismos no está actuando como protección contra los agentes contaminantes de la atmósfera nocivos para los materiales constitutivos del sustrato o bien si la eliminación de los líquenes dará la posibilidad a otros microorganismos, como por ejemplo bacterias, de colonizar la superficie expuesta y más porosa dejada por el líquen (Lallement y Deruelle, 1978).
- El biocida a utilizar debe cumplir ciertos requisitos: no sólo debe ser efectivo y tener acción selectiva contra los microorganismos (líquenes, en nuestro caso), sino que además no debe afectar al material, tanto en forma directa o dejando depósitos sobre el mismo (May et al., 1993; Richardson, 1973).

Según la bibliografía disponible (ver listas de Piervittori et al. 1994, 1996, 1998), en Europa para eliminar la colonización líquénica se emplea con frecuencia el hipoclorito de litio, aunque de acuerdo a nuestras experiencias el hipoclorito de sodio (lavandina común) puede ser igualmente efectivo.

También es importante señalar que la limpieza debe eliminar en lo posible toda la materia orgánica, pues la presencia de residuos orgánicos facilitará la colonización de otros microorganismos.

En este trabajo se evalúa la eficiencia de la limpieza efectuada con hidrolavado y el impacto de este tipo de limpieza sobre las superficies de morteros cementíceos correspondientes a revoques de edificios y ornamentos de interés patrimonial mediante observación al microscopio de secciones finas. También se evalúa en tejas de antigua data (circa 1880) el contenido de materia orgánica residual adaptando el ensayo colorimétrico de inmersión en NaOH especificado en la norma IRAM 1512 (Determinación de materia orgánica en agregados finos).

MATERIALES Y METODOS

Se observaron y registraron diversos edificios y monumentos de la Prov. de Buenos Aires, Argentina, que fueron objeto de limpieza superficial por hidrolavado, debido a la presencia de fuertes colonizaciones líquénicas, musgos y suciedades (polvos), y se valora el comportamiento mediante observaciones visuales en distintos períodos de tiempo.

Por otra parte en laboratorio se limpiaron materiales cementíceos colonizado por líquenes con hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno y se expusieron a la intemperie durante dos años, en el régimen climático de La Plata, con temperatura media anual de 16 ° C, 1000 mm. anuales de precipitaciones y 60 % promedio de humedad.

También se obtuvieron secciones delgadas de probetas de morteros de cemento pórtland no colonizadas e hidrolavadas. Para obtener las secciones finas, se obtiene un trozo de la muestra a estudiar, se pega con bálsamo al porta objetos y luego se desgasta en los discos pulidores hasta el espesor deseado (<0.1 mm).

RESULTADOS

a) Observaciones “in situ” de edificios y monumentos:

Las fechas de lavado y de observación de la aparición de líquenes se muestran en la tabla 1. En el caso del Municipio de Coronel Pringles no se conoce la fecha exacta. Las localidades citadas se ubican en el centro y sur de la Provincia, con un clima definido por 14 ° C de temperatura promedio anual y 950-1000 mm. promedio de precipitaciones anuales.

En cuanto a los materiales, en algunos casos son revoques cementicios y en otros, areniscas y mármol de Carrara. En el caso del Palacio Municipal de Coronel Pringles se empleó cemento blanco, cuyo peso específico es de 2,27 y valores de porosidad altos (30,3 %). En el Observatorio de La Plata se ha observado una recolonización incipiente en 6 meses, sobre mármol de Carrara.

Tabla 1: Monumentos observados y fecha de aparición de líquenes luego de la limpieza.

Localidad	Monumento	Material	Fecha de limpieza	Presencia de líquenes
Cnel Pringles	Palacio Municipal	Cementiceo	Circa/1996	Noviembre/1999
Olavarría	Palacio Municipal	Cementiceo	Marzo?/2000	Octubre/2001
	Monumento a la Madre	Arenisca	Marzo?/2000 (Figura 1)	Octubre/2001 (Figura 2)
La Plata	Observatorio	Carrara	Agosto/2001	Noviembre/2001



Figura 1: Monumento a la Madre, Olavarría, luego de la limpieza

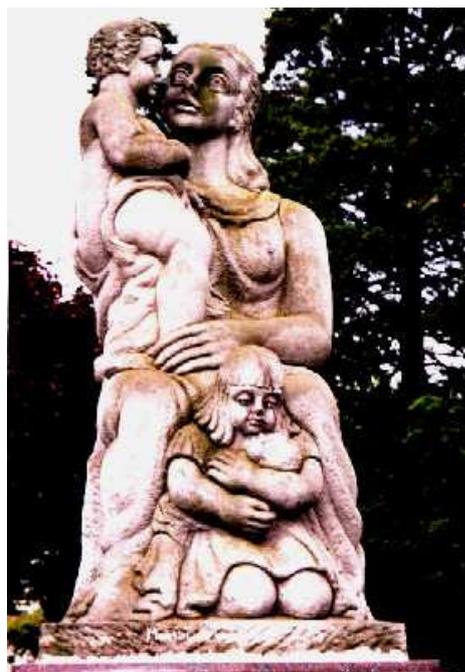


Figura 2: Monumento al año de la limpieza: se observan las manchas amarillas de las colonias de líquenes

b) Limpieza de material cementíceo: en dos años de exposición a la intemperie, los trozos de material lavados permanecen sin signos de recolonización.

En cuanto a la presencia de materia orgánica, se adaptó el ensayo con NaOH de la norma IRAM 1512, aplicándolo a tejas de 100 años colonizadas por líquenes. La muestra sin lavar pesaba 75,6 gr. y luego del lavado con cepillo suave e hipoclorito de sodio su peso era de 74,6 gr., por lo que había un gramo de líquenes, humus y suciedad. El ensayo con Na OH, al valorarse la concentración con los patrones colorimétricos, dio como resultado que las muestras sin lavar tenían más de 500 ppm. de materia orgánica, y las muestras lavadas tenían entre 100 y 150 ppm.

c) Comparación de métodos de limpieza: se observó que en una probeta de hormigón nueva, el lavado a 100 bar no provocaba efectos a simple vista. En cambio, en una muestra colonizada por *Caloplaca citrina* lavada a 80 bar se apreciaban algunas pequeñas estrías donde había impactado el chorro de agua. También se notó que el

agregado fino se desprendía con facilidad con el roce de la mano, pues la acción líquénica ha solubilizado los fragmentos cementantes.

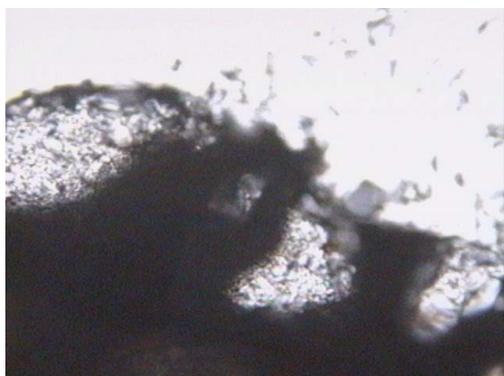


Figura 3: Material colonizado hidrolavado a 80 bar

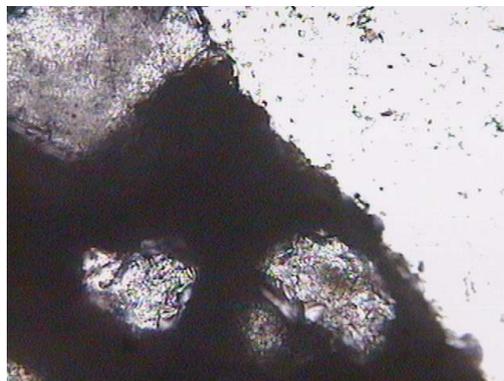


Fig. 4: Material no colonizado, hidrolavado a 100 bar

En la sección fina de la muestra colonizada e hidrolavada se nota la presencia de irregularidades en la superficie, debido a que las partículas de agregado fino quedan expuestas, sin material cementíceo que las rodee (fig. 3). Por el contrario, en la muestra no colonizada e hidrolavada a 100 bar, la superficie se mantiene compacta, ya que los agregados están englobados en material cementíceo (fig. 4), logrando un material uniforme

CONCLUSIONES

En los edificios y monumentos limpiados mediante hidrolavado se observó que son colonizados rápidamente por los líquenes. En el caso del Observatorio de La Plata se constató que en el mármol de Carrara ya hay recolonización incipiente a los seis meses, por lo que la duración de limpieza es corta. Esta situación debe estar vinculada estrechamente con la presencia residual de líquenes, que vuelven a recolonizar rápidamente la superficie.

Además se ha demostrado que el hidrolavado es bien tolerado por materiales cementíceos sin colonizar, pero provoca abrasión, pérdida de material y aumento de la rugosidad superficial en aquellos colonizados por líquenes, coadyuvando a la acción de los mismos.

En resumen, el hidrolavado es una técnica de limpieza inadecuada para materiales cementíceos colonizados por líquenes porque causa desgaste superficial y no es durable.

Una alternativa menos dañosa es la limpieza con cepillo e hipoclorito de sodio, pero se observó que al aplicarlo en algunos materiales, como por ejemplo materiales cerámicos (tejas antiguas) queda materia orgánica residual, lo cual indica una fuerte posibilidad de que vuelvan a desarrollarse.

BIBLIOGRAFÍA

1.- Lazzarini, L. y Tabasso, M. L. 1986- Il restauro della pietra. CEDAM, Padova.

- 2.- Lallement, R. & S. Deruelle 1978- Présence de lichens sur les monuments en pierre: nuisance ou protection?.Colloque International UNESCO: Alteration et protection des monuments en pierre. Paris, 5-9 juin 1978:1-6
- 3.- May, E.; Lewis, F. J; Pereira, S.; Tayler, S.;Seaward, M.R.D. y Allsopp, D. 1993- Microbial deterioration of building stone- a review. *Biodeterioration Abstracts* **7**(2)
- 4.- Piervittori, R.; Salvadori, O. & Isocrono, D. (1998) Literature on lichens and biodeterioration of stonework III. *Lichenologist* **30** (3):263-277.
- 5.- Piervittori, R.; Salvadori, O. & Laccisaglia, A. (1994) Literature on lichens and biodeterioration of stonework I. *Lichenologist* **26** (2):263-277 .
- 6.- Piervittori, R.; Salvadori, O. & Laccisaglia, A.(1996) Literature on lichens and biodeterioration of stonework II. *Lichenologist* **28** (5):263-277.
- 7.- Richardson, B. A.- Control of biological growths. *Stone Industries* **8**: 22-26

Agradecimientos

Al personal de la Sección Geología del LEMIT por la ayuda prestada en la preparación de los cortes finos.