

# Limpieza de obras de ladrillo que poseen valor histórico y artístico.

Prof. Dr. Antonio García Verduch  
Asesor Técnico  
Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE)  
Castellón

## CONTENIDO

### CRITERIOS GENERALES

#### NATURALEZA DE LA SUCIEDAD

#### PLANIFICACIÓN DE LA LIMPIEZA

#### TÉCNICAS GENERALES DE LIMPIEZA

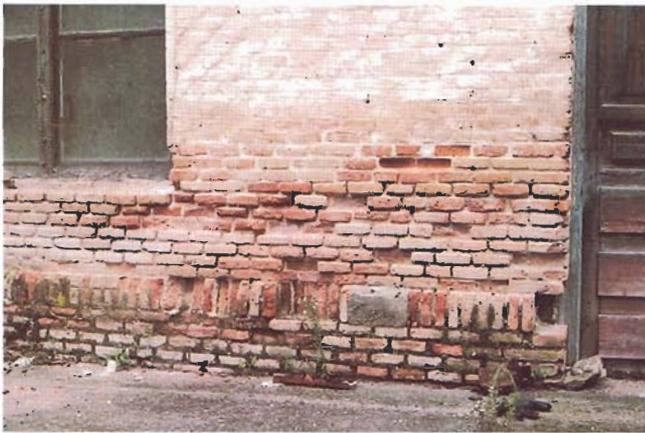
- Limpieza manual
- Limpieza por empapamiento con agua
- Limpieza mediante agua a presión
- Limpieza con agentes químicos
- Limpieza con abrasivos

### CRITERIOS GENERALES

Los principios conservacionistas deben presidir cualquier intervención que se haga en los edificios históricos. Este es el criterio fundamental, y a él han de supeditarse todos los demás. Los tratamientos que se hagan en estos edificios serán buenos o malos, según favorezcan su conservación o atenten contra ella. La limpieza es un tratamiento de gran trascendencia, que debe evaluarse siempre con esa norma. Una limpieza inadecuada puede acelerar la acción agresiva de los agentes contaminantes.

Cuando se piensa limpiar un edificio histórico, hay que hacerse esta pregunta: ¿Se va a hacer la limpieza para mejorar el aspecto del edificio o para lograr que parezca nuevo?

Como es natural, el objetivo de cualquier limpieza es eliminar la mayor cantidad posible de suciedad. Ocurre, sin embargo, que éste no es un objetivo que haya de ser alcanzado a cualquier precio, en todas las ocasiones.



Así, por ejemplo, puede resultar inadecuada la limpieza de un edificio antiguo, con medios agresivos, hasta lograr que aparezca como totalmente nuevo. Sería más oportuno fijar un límite a la suciedad residual que pueda ser aceptable, si con ello se causa menos daño al edificio, y se expone menos al deterioro que producen las condiciones ambientales. Además, esa limpieza moderada puede resultar más económica.

En algunas ocasiones, lo que se toma por suciedad es, en realidad, obra meteorizada, y no acumulación de sustancias extrañas. Si en esos casos, se decide dar al edificio apariencia de nuevo, habrá que eliminar la capa meteorizada con chorro de arena o por otros procedimientos agresivos, con lo cual se secciona una capa del edificio, y se expone a la meteorización una nueva superficie del material original.

Un criterio utilísimo, de validez general, es el siguiente: "Los métodos más agresivos deben ser empleados, únicamente, cuando los más suaves son incapaces de producir la limpieza deseada".

#### NATURALEZA DE LA SUCIEDAD

Según su origen, la suciedad puede dividirse en cuatro grandes grupos:

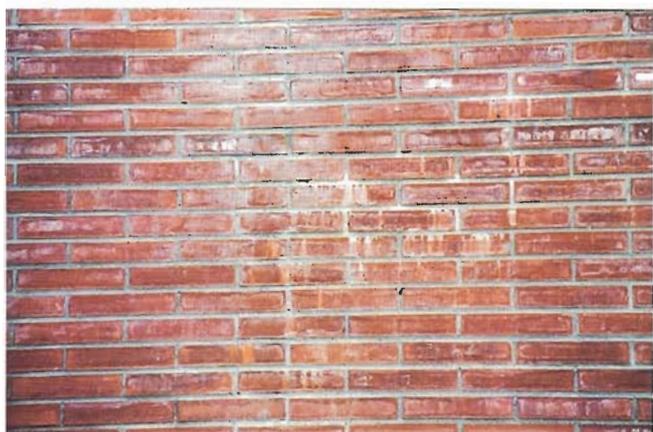
- 1.- Capa superficial del material alterada por meteorización. En este caso, no se trata de suciedad propiamente dicha, pero se suele considerar como tal por constituir una modificación del aspecto del material original.
- 2.- Suciedad de origen ambiental. Esta suciedad está constituida por partículas captadas del medio ambiente a lo largo del tiempo, como por ejemplo, hollín y diversos productos de condensación de los humos, polvo, cenizas, algas, polen, excrementos de pájaros, materia orgánica diversa, etc.
- 3.- Suciedad de origen intrínseco. Este es el caso de las exudaciones o eflorescencias, en el que las sustancias que afean la superficie, han sido transportadas hasta allí por el agua, desde el interior del material.
- 4.- Suciedad no ambiental, de origen extrínseco. En este grupo se engloban todas aquellas sustancias que han llegado hasta la superficie del material desde el exterior, por causas accidentales o intencionadas. Son causas accidentales, por ejemplo, las salpicaduras de mortero y de otras sustancias, y las manchas producidas por la alteración de metales, como hierro o cobre. Y son causas intencionadas, el recubrimiento con pinturas para cumplir fines prácticos o artísticos, como las pintadas o cualquier otra modalidad de expresión gráfica.

En el primero de los cuatro casos no existe suciedad. Simplemente existe material alterado por meteorización.

En el segundo, la suciedad está compuesta por una compleja mezcla de sustancias captadas del medio ambiente.

Realmente no se puede considerar suciedad, pero los efectos por meteorización suelen estar relacionados con otros fenómenos que favorecen la disgregación del material cerámico.

En estos zócalos, la acción de la vegetación u otros organismos han deshecho ladrillos enteros, por lo que habrá que realizar intervenciones de consolidación y reintegración.



En el tercero, las exudaciones o eflorescencias que invaden la superficie de los materiales tienen una composición mucho más definida, aunque no siempre sencilla.

En el cuarto caso, la suciedad está localizada en forma de manchas, cuyo tamaño varía desde pequeñas salpicaduras hasta grandes superficies manchadas o pintadas, y cuya composición está mucho más definida, como por ejemplo salpicaduras de mortero o de soldadura, manchas de compuestos de hierro, de tiza, de alquitrán, de pintura, etc.

Como es natural, en una determinada obra de ladrillo pueden coexistir diversos tipos de suciedad y, por tanto, al decidir las operaciones de limpieza, hay que evaluar los tipos de suciedad existentes y las áreas en las cuales están situados.

La suciedad menos específica se elimina mediante tratamientos generales -como simples lavados con agua, a distintas presiones y temperaturas- o la utilización de agentes químicos de limpieza suaves y diluidos.

La suciedad de composición más específica requiere tratamientos que son también más específicos.

Para poder realizar una limpieza eficiente siempre es necesario conocer la naturaleza de la suciedad existente, pero en el caso de la suciedad no ambiental de origen extrínseco, que está constituida por sustancias más específicas, su identificación es imprescindible. La eliminación de esas sustancias solamente puede hacerse mediante tratamientos especialmente diseñados para ellas.

Existe un procedimiento eficaz, pero absolutamente rechazable, para eliminar cualquier tipo de suciedad, sin necesidad de identificarla, que es el uso indiscriminado de una abrasión enérgica, que secciona una capa superficial apreciable del edificio que se pretende conservar.

Las eflorescencias son un fenómeno relacionado con la progresiva precipitación de sales en la superficie del ladrillo. En fachadas antiguas es menos habitual la aparición de este tipo de suciedad, al haberse realizado, a lo largo de la vida de la fábrica, definitivos procesos de lavado en agua de lluvia y posterior evaporación.

Las pinturas de protección pueden convertirse en una barrera que impida la correcta transpiración del ladrillo, por lo que en zonas especialmente conflictivas (como la base de los vierteaguas con un goterón inútil o inexistente), se pueden producir suciedades de origen ambiental.

## PLANIFICACIÓN DE LA LIMPIEZA

Existen tres grandes grupos de métodos de limpieza:

### 1.- Acción del agua

El agua reblandece la suciedad y la arrastra fuera de la superficie donde se encuentra.

### 2.- Acción de agentes químicos

Los agentes químicos reaccionan con la suciedad y aceleran su eliminación. Los productos de reacción y el exceso de reactivos se arrastran con agua.

### 3.- Abrasión

Por último, se puede eliminar la suciedad por abrasión (chorro de arena, discos abrasivos, etc.)

La elección final del método de limpieza debe hacerse considerando los resultados de pruebas hechas con varios procedimientos. Es muy importante que, entre los métodos a ensayar, se incluya siempre aquel más sencillo de ejecutar, y que menos daño pueda hacer a la obra.

Al planificar una operación de limpieza, hay que tener presente las acciones nocivas que cada método pueda ejercer sobre:

- a) Los operarios
- b) La propia obra
- c) El medio ambiente
- d) Las propiedades circundantes

#### a) Daños a los operarios

Antes de ejecutar unas determinadas operaciones de limpieza hay que tomar en consideración todas las normas de seguridad en el trabajo, en especial las relacionadas con el uso de productos químicos, con la producción de polvo, sobre todo si contiene sílice, con la utilización de equipos de presión, y con el uso de vapor a temperaturas elevadas.

#### b) Daños a la propia obra

Las operaciones de limpieza, si se realizan sin tomar las debidas precauciones, pueden producir diversos daños a la propia obra, como por ejemplo:

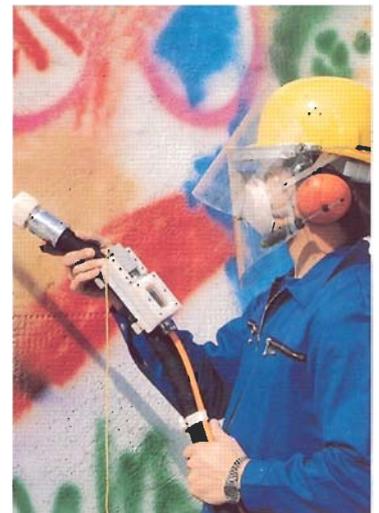
- Daños a los propios materiales sometidos a limpieza. En el caso de la obra de ladrillos, se pueden dañar los ladrillos y las llagas, o por abrasión indebida o por impregnación de sus redes capilares con substancias extrañas.
- Acumulación en sótanos o zonas bajas de las aguas utilizadas para el lavado de las paredes, que no han sido debidamente canalizadas y recogidas.
- Daños a otros materiales colindantes, que no han sido suficientemente protegidos, como ataque por ácidos a metales o piedras calizas, o ataque a vidrios por compuestos de fluor.

#### c) Daños al medio ambiente

- El vertido de aguas de lavado que contienen sustancias químicas pueden producir daños a la vida vegetal y animal.
- Los métodos de abrasión en seco crean problemas de polvo ambiental.

#### d) Daño a las propiedades circundantes

Las operaciones de limpieza, si no son estrictamente controladas, pueden producir daños a las propiedades circundantes. Estos daños son, por ejemplo:



La protección ha de ser proporcional al método de limpieza empleado. Todos los relacionados con la producción de polvo de sílice o con el uso de productos químicos, debe controlarse con absoluto rigor.

Algunos métodos abrasivos, como el arenado húmedo, reduce la emisión de polvo en un 95%, disminuyendo también la cantidad de abrasivo.

- Acumulaciones indeseadas de aguas de lavado en patios y sótanos.
- Penetración de polvo en edificios colindantes.
- Arrastre por viento de agentes químicos de limpieza y deposición de los mismos en viviendas u otros locales, y también sobre automóviles cercanos. Estos productos, depositados sobre los automóviles, pueden producir ataque a los vidrios y manchas o picaduras a las carrocerías.

Existe la tendencia a descartar de antemano métodos de limpieza tan sencillos como el lavado a baja presión, o el lavado a presión algo mayor con agua que contenga un detergente suave. En bastantes ocasiones estos métodos son eficaces, no causan daño ni al edificio ni al ambiente, y son económicos.

## TÉCNICAS GENERALES DE LIMPIEZA

La limpieza de las obras de ladrillo se hacen, habitualmente, siguiendo una de las técnicas siguientes:

- Limpieza manual
- Limpieza por empapamiento con agua
- Limpieza mediante agua a presión
- Limpieza con vapor de agua a presión
- Limpieza con agentes químicos
- Limpieza con abrasivos

### Limpieza manual

Como es natural, el método más popular es el manual, que consiste en utilizar un cubo para contener el agua o la solución limpiadora, y un cepillo adecuado para hacer la aplicación sobre la superficie de la obra.

La solución limpiadora debe decidirse teniendo en cuenta los resultados de los ensayos previos realizados en pequeñas áreas.

Si se trata de productos que circulan bajo un nombre comercial, deben seguirse estrictamente las recomendaciones de uso hechas por sus fabricantes.

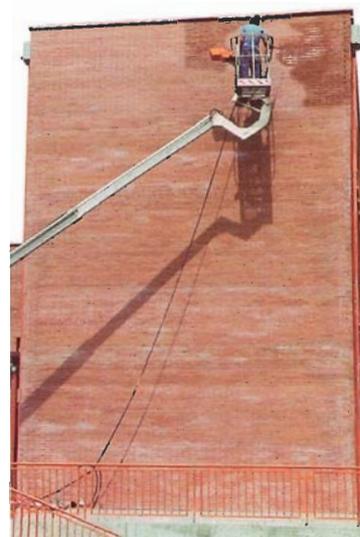
Antes de iniciar la limpieza química, propiamente dicha, se deben realizar dos operaciones:

1. Proteger todos aquellos materiales y elementos de la edificación, que sean susceptibles de ser atacados por el agente químico a utilizar en la limpieza, tales como metales, maderas, vidrios, piedras calizas, etc.
2. Empapar y saturar con agua limpia toda el área que se va a limpiar, empezando la irrigación desde arriba, y continuándola hacia abajo. La saturación con agua de las zonas inferiores de la pared, es necesaria para evitar que absorban las escurriduras del agente de limpieza que se aplica en la parte superior, y la suciedad que arrastren las aguas de lavado.

El empapamiento con agua de la fábrica de ladrillo, antes de realizar la limpieza, es imprescindible para evitar que los productos químicos empleados sean absorbidos por los ladrillos o por el mortero.

El empapamiento con agua de la obra de ladrillo no debe hacerse en períodos de intensos fríos, que puedan congelar la pared y producir roturas por la acción del hielo. Dado que la pared puede tardar en secarse aproximadamente una semana, es aconsejable no iniciar este tipo de tratamiento con agua en días próximos a las fechas en que, habitualmente, se producen las primeras heladas, o también, si existen pronósticos meteorológicos adversos.

Conviene recordar que la suciedad se halla sobre la superficie de la obra y que es en ella, precisamente, donde debe actuar la solución limpiadora, y no en el interior de los ladrillos y del mortero. La actuación superficial es ventajosa, porque actúa sobre la suciedad y, por el contrario, la actuación en el interior de los materiales es indeseable, porque supone la introducción de un agente extraño a sus propias estructuras, que puede provocar reaccio-



La planificación de la limpieza tiene que prever las diferentes características de la suciedad a eliminar. Las plataformas o los andamios se utilizarán según la intensidad y duración de las operaciones de limpieza sobre la fachada. El arrastre de la solución limpiadora, de arriba hacia abajo, se garantiza con la aportación de la cantidad de agua limpia adecuada.

nes perniciosas. La movilización química de determinados componentes de los materiales conduce, muchas veces, a la formación de nuevas manchas.

La aplicación de la solución limpiadora debe comenzarse por la parte superior de la obra, utilizando para ello un cepillo de cerda dura provisto de un mango largo, o bien el tipo de cepillo que recomiende el fabricante del producto limpiador.

Al mismo tiempo que se realiza la operación de aplicación hay que ir eliminando las partículas más fuertemente adheridas, y para ello se utilizan utensilios de madera.

No se deben utilizar escoplos, rascadores u otros utensilios metálicos, porque las adherencias metálicas que dejen sobre los ladrillos se oxidarán después y formarán manchas.

La solución limpiadora debe permanecer sobre la superficie de la pared durante un tiempo que, en el caso de los productos protegidos por su marca, debe ser fijado por los fabricantes. Es muy frecuente que ese tiempo oscile entre cinco y diez minutos.

Como es natural, resulta contraindicado que cuando se aplica la solución limpiadora, la pared esté sometida a una vigorosa evaporación, como la que produce una fuerte insolación, o con vientos calientes y secos. De acuerdo con ésto, conviene programar la operación de limpieza de tal modo que los operarios puedan trabajar el mayor tiempo posible sobre paredes en sombra.

Una vez que la solución limpiadora ha permanecido sobre la pared el tiempo establecido, hay que eliminarla por lavado con abundante cantidad de agua limpia.

Es importante que se realice bien este lavado, para arrastrar desde arriba hacia abajo la solución limpiadora, con todas las substancias que haya podido disolver. Si quedan residuos sin arrastrar, después se manifestarán en forma de velos o manchas que, a menudo, tienen color blanquecino.

### **Limpieza por empapamiento con agua**

Es bien conocido que las superficies sucias de los materiales de construcción, cuando se mantienen empapadas con agua durante largo tiempo, son más fáciles de limpiar por cepillado o por otras técnicas poco agresivas, como es la propia agua aplicada a presión moderada.

En la actualidad, los expertos en conservación de obras arquitectónicas se inclinan hacia la utilización de esta técnica - cuando es eficaz - por su sencillez y por su inocuidad, evitando así el uso de las técnicas químicas o abrasivas que producen mayor daño a las obras.

La técnica del empapamiento consiste en dirigir (mediante mangas y boquillas adecuadas) la pulverización de agua, o los chorros de vapor a baja presión, a las superficies que se han de limpiar. La débil y continua acción del agua y del vapor hincha la suciedad y la suelta de la pared. El agua que se va acumulando, resbala sobre la superficie de la pared y, en su movimiento, va arrastrando hacia abajo la suciedad suelta.

El uso prolongado de nieblas de agua a baja presión permite limpiar zonas peligrosamente deterioradas, que no resistirían la limpieza con agua a presión, ni con abrasivos. Esta técnica permite, asimismo, el uso de agentes limpiadores muy suaves para eliminar algún tipo de suciedad más incrustada.

En contraposición a estas ventajas, la limpieza por empapamiento con agua tiene algunos inconvenientes, que señalamos a continuación.

El hecho de que las paredes estén expuestas durante mucho tiempo a la acción del agua puede facilitar la infiltración de sales nocivas en el interior de la fábrica, y además, cuando existen grietas u otras vías de acceso, la propia agua puede llegar a las superficies interiores de la edificación, y producir daños en las terminaciones o en muebles e instalaciones. La prolongada acción del agua puede estimular la oxidación de algunos elementos metálicos, causando deterioro a los mismos y ensuciamiento de las paredes por arrastre y depósito de los óxidos formados.



Empapamiento previo de la fábrica. La saturación con agua de las zonas inferiores de la pared es necesaria para evitar que absorban las escurriduras del agente de limpieza que se aplica en la parte superior.



El empapamiento de las paredes tiene, por sí mismo, dos inconvenientes, que son el lento secado, que puede prolongarse durante varios meses, y la posibilidad de que se produzcan daños por congelación. Estas circunstancias obligan a planificar la realización de la limpieza y el secado de la obra en períodos en los cuales no exista riesgo de heladas.

En el caso de paredes muy deterioradas y delicadas, el propio escurrimiento del agua, durante un período prolongado, puede producir una cierta abrasión. También hay que tener presente que las aguas que van escurriendo, pueden producir daños por acumulación indebida en sótanos o en otros lugares.

Por último, hay que señalar que los andamiajes y aparejos requeridos para esta técnica son más complicados que los requeridos para otras técnicas de limpieza.

Por estas razones, la técnica del empapamiento con agua se suele emplear en casos de materiales muy delicados o deteriorados y, si es posible, no para fachadas enteras.

Existe, sin embargo, la posibilidad de ampliar el uso de esta técnica, reduciendo su larga duración hasta solamente unas pocas horas, usando agentes químicos suaves, y haciendo el enjuagado a una presión moderada.

### **Limpieza mediante agua a presión**

Antes de iniciarse la limpieza con agua a presión deben realizarse todas las operaciones preparatorias que se han descrito al tratar de la limpieza manual.

En la limpieza con agua a presión deben considerarse las siguientes variables:

- Presión del chorro que incide en la pared
- Flujo o caudal de agua
- Temperatura del agua
- Tipo y tamaño de la boquilla
- Ángulo de incidencia
- Uso de productos químicos

#### *1. Presión del chorro que incide en la pared*

Debe tenerse presente que la presión medida inmediatamente antes de la boquilla es inferior a la que indica el manómetro de la bomba, debido a las pérdidas por fricción, a las gravitacionales o a ambas. Además hay que considerar que la energía del chorro se disipa rápidamente, de modo que la presión que realmente actúa sobre la pared es inferior a la que existe a la salida de la boquilla.

La presión puede aumentarse, o bien aumentando la velocidad de la bomba, o reduciendo el tamaño del orificio de la boquilla, o acercando la boquilla a la superficie sobre la cual se hace incidir el chorro.

El ángulo de incidencia entra a formar parte, junto con el caudal de la presión y la apertura de la boquilla, del conjunto de variables que determinan la eficacia de la limpieza. A mayor perpendicularidad mayor energía absorbe la pared, pero menor arrastre se produce.

## 2. Flujo o caudal de agua

La intensidad del impacto que se produce en la pared por acción del chorro de agua, depende, por una parte, de la presión, y por otra, del caudal. Por tanto, es necesario ajustar ambas variables para conseguir unos resultados óptimos.

Cuando se dispone de un mayor caudal de agua, se puede reducir la presión, manteniendo el volumen de agua que es necesario para arrastrar con ella la suciedad que va siendo extraída.

## 3. Temperatura

El uso de agua caliente para la limpieza tiene algunas ventajas, como por ejemplo:

- a) En época invernal, cuando el ambiente es muy frío, el agua caliente acelera la reactividad química, que a esas bajas temperaturas es demasiado lenta.
- b) Cuando la suciedad tiene carácter graso, el agua caliente la fluidifica y facilita su emulsión.
- c) Cuando se trata de eliminar pintura adherida a soportes que tienen coeficientes de dilatación distintos al de esta, el calentamiento producido por el agua caliente origina un desajuste térmico que contribuye a romper la unión entre el soporte y la pintura. Este es, por ejemplo, el caso de los metales.

La limpieza con agua caliente es muy eficaz cuando se usan agentes alcalinos. Parece ser que, cuando se usan agentes ácidos, la eficacia no aumenta o aumenta muy poco.

En el equipo para limpieza con agua caliente, el agua que sale de la bomba es conducida a través de un serpentín de alta presión que atraviesa un calentador. Con este tratamiento se consigue elevar la temperatura del agua unos cuarenta grados por encima de la temperatura ambiente, con lo cual se obtienen temperaturas comprendidas entre 50 y 60°C.

Como es natural calentar el agua supone un gasto adicional, que hay que tener en cuenta al evaluar la conveniencia de su uso.

## 4. Tipo y tamaño de la boquilla

El ángulo de apertura de las boquillas es un factor importante porque define la forma del chorro y, por tanto, la energía de incidencia. Una boquilla de ángulo grande, como por ejemplo 90°, distribuye la energía en un arco amplio, mientras que, cuando el ángulo es pequeño, la energía del chorro se concentra en una área pequeña. En este caso es posible alejar la boquilla de la pared, logrando una buena concentración de energía.

Cada tipo de trabajo requiere un determinado ángulo de apertura del chorro, pero la práctica ha demostrado que los más adecuados para la limpieza de obras arquitectónicas oscilan entre 15° y 40°. Las boquillas láser, las de tipo 0 ó las boquillas de pulverización que den una apertura inferior a los 15°, dan un chorro de agua demasiado concentrado que puede producir daños en la superficie a limpiar.

## 5. Ángulo de incidencia

Otra variable importante en la limpieza con agua es el ángulo de incidencia del chorro. Para unas condiciones dadas de presión, caudal y apertura de la boquilla, la energía máxima del chorro sobre la pared se logra cuando la incidencia se produce perpendicularmente. A medida que el chorro se va desviando de la perpendicularidad, se hace menor la energía que absorbe la pared y, por tanto, disminuye la eficacia de la limpieza.

## 6. Uso de los productos químicos

La limpieza mediante agua a presión puede hacerse, o bien con agua sola o bien con soluciones acuosas de agentes químicos. Para utilizar estas soluciones, muchos equipos

de limpieza están provistos de mecanismos de inyección a presión o sistemas *venturi*, que inyectan el aditivo químico en la bomba o en el pulverizador. Este aditivo, necesariamente, debe ser prediluido antes de ser inyectado en el circuito.

Las instrucciones de uso de muchos productos comerciales de limpieza recomiendan la siguiente secuencia de operaciones : 1. Empapamiento de la pared utilizando una manga ordinaria de baja presión. 2. Aplicación de la solución del producto químico de limpieza. 3. Enjuague a media o alta presión.

En oposición a esta secuencia, se ha propuesto otra que tiene claras ventajas para la preservación de los edificios. Esta nueva secuencia supone las siguientes operaciones: 1. En primer lugar se limpia y empapa la pared con agua sola a presiones moderadas. 2. Después se aplica la solución química, por un procedimiento previamente ensayado en la propia obra. 3. Y por último se enjuaga con agua a baja presión.

La diferencia esencial entre ambas secuencias es que la primera recomienda un enjuague final a presión alta, mientras que la segunda recomienda un enjuague a baja presión con una manga de riego de jardinería.

De acuerdo con la segunda secuencia, el primer mojado de la pared constituye una verdadera pre-limpieza, puesto que se usa agua a presión moderada. Con ello se eliminan, sin intervención química, todas las sustancias contaminantes constituidas por polvo, seres orgánicos, hidrocarburos, sustancias de alteración de los propios materiales, etc. Al mismo tiempo, el agua a presión satura la pared de un modo más completo que el que pueda lograr una simple irrigación con manga de jardín.

Este método tiene dos ventajas. La primera es que la superficie prelavada requiere, para su limpieza, un menor volumen de agentes químicos. A menudo basta con una solución más diluida, ya que una parte de la suciedad que tenía la pared ha sido eliminada durante el prelavado. La segunda ventaja es que, al hacer el lavado final a menos presión, se disminuye el peligro de penetración del agua y de los agentes químicos al interior de la obra, bien sea a través de los materiales porosos o a través de grietas y orificios.

Es muy importante conseguir que, después de la limpieza, quede la menor cantidad posible de sales solubles sobre la pared. Algunas sales se pueden formar "in situ", por ataque a la obra de los residuos de productos químicos que pudiesen quedar después de un lavado insuficiente.

Por esta razón, se recomienda que el lavado a la presión de la red se realice con abundancia de agua.

La limpieza con agua a presión es eficaz para eliminar la suciedad atmosférica y orgánica, cuando es ligera o moderada. Cuando se utiliza agua sola, no se suele eliminar la suciedad intensa.

Esta técnica permite eliminar con rapidez la suciedad muy superficial y los residuos sueltos o poco adheridos. Además, cuando, junto al agua a presión, se incluyen agentes químicos de limpieza o materiales abrasivos, se logran buenos resultados y, al mismo tiempo, se reducen los efectos agresivos que producen las técnicas química y abrasiva, de ser aplicadas independientemente.

La limpieza con agua a presión, cuando se realiza con presiones y caudales adecuados, reduce sensiblemente la necesidad de rascar o frotar manualmente, para obtener un determinado grado de limpieza, pero no constituye un substitutivo de esas operaciones. Las operaciones manuales permiten concentrar el esfuerzo necesario para limpiar las áreas más sucias o las manchas puntuales.

Como es razonable esperar, la limpieza con agua a presión tiene todos los inconvenientes de las otras técnicas que utilizan agua, tales como peligro de heladas, dificultades creadas por el agua que escurre, etc. Sin embargo, de modo específico, tiene el inconveniente del efecto abrasivo que se deriva de la utilización de presiones o caudales de agua excesivos.



Cuando, junto al agua a presión, se incluyen agentes químicos de limpieza o materiales abrasivos, es necesario respetar los tiempos de actuación recomendados por el fabricante, programando el trabajo de los operarios (aplicación del producto y lavado) de acuerdo al grado de suciedad de la fábrica.

### **Limpieza con vapor de agua a presión**

El método de limpieza con vapor a presión da resultados satisfactorios en obras muy diversas y, en general, no causa daños a la superficie de la fábrica de ladrillo.

Este método funciona tanto mejor cuanto más impermeable es la superficie de los ladrillos y, por esta razón, resulta especialmente indicado para obras hechas con ladrillos bien cocidos, de superficie muy lisa, o con ladrillos de superficie vidriada.

En muchos casos, es posible hacer una buena limpieza utilizando vapor de agua, sin aditivos químicos, a presiones inferiores a 4 atm. Cuando existen manchas, puede ser necesario el empleo de productos químicos o de detergentes.

La acción combinada del calor y de la humedad hace que algunos tipos de suciedad, se hinchen y se suelten, facilitando así su arrastre por agua.

El uso de vapor de agua a baja presión permite limpiar obras delicadas deterioradas que no soportarían la acción de presiones más altas o de abrasivos. Es eficaz para la eliminación de residuos orgánicos.

En la aplicación de este método, hay que tomar las precauciones adecuadas para evitar los riesgos del manejo de vapor a altas temperaturas. La nube de vapor que incide sobre las superficies a limpiar, hace difícil para el operario la necesaria observación del resultado de su trabajo. Esta incomodidad es causa de que, en algunos casos, la limpieza sea defectuosa y aparezcan áreas diferenciadas por haber sufrido distinto tratamiento.

Los avances que se han producido en el uso de agentes químicos y en las técnicas de limpieza con agua a presión, han restado interés a la limpieza con vapor. Resulta, sin embargo, que la capacidad del vapor para reblandecer y soltar algunos tipos de suciedad y su bajo requerimiento de agua, pueden ser aprovechados con ventaja si se combina este método con el uso de agentes suaves de limpieza y con un enjuagado con agua a presión.

El tratamiento con vapor produce un reblandecimiento de la suciedad y, por ello, cuando existen gruesos depósitos, puede utilizarse la acción del vapor como un tratamiento previo para lograr su reblandecimiento. La limpieza de una suciedad reblandecida se logra con menores volúmenes de agua, con menores presiones, y con menores concentraciones de agentes químicos de limpieza, y así se reducen los daños y molestias derivados de utilizar grandes volúmenes de agua a altas presiones, y también los derivados del uso excesivo de agentes químicos.

### **Limpieza con agentes químicos**

Los agentes químicos de limpieza, si están bien elegidos y se usan adecuadamente, producen unos efectos muy satisfactorios. Como es natural, estos agentes se aplican apoyándose en las técnicas de lavado con agua.

La mayoría de los agentes químicos de limpieza se encuadran en alguno de estos tres grupos:

Agentes alcalinos  
Agentes ácidos  
Disolventes orgánicos

El uso de los agentes químicos debe hacerse con el conocimiento de los riesgos que supone y, por tanto, con la aceptación y puesta en práctica de todas las normas y recomendaciones de seguridad aplicables en cada caso.

#### *Agentes alcalinos.*

Entre los agentes alcalinos más utilizados destacan, por su eficacia y por su precio, el hidróxido sódico, el hidróxido potásico y el hidróxido amónico.

Los agentes alcalinos aceleran apreciablemente la limpieza con agua líquida o con vapor, reducen la cantidad de agua necesaria y, cuando se usan en técnicas de limpieza con agua a presión, se logran los mismos resultados a menores presiones.

Después de la aplicación de los álcalis debe hacerse un enjuagado cuidadoso y, en algunos casos, una neutralización muy suave. Cuando estas operaciones no se completan adecuadamente, queda sobre la superficie un residuo de suciedad y de sustancias químicas, que después se manifiesta en forma de manchas o de eflorescencias.

#### *Agentes ácidos.*

El ácido más usado en los trabajos de restauración es el ácido fluorhídrico porque es muy eficaz para eliminar la suciedad acumulada sobre superficies silíceas resistentes a los ácidos. El ácido fluorhídrico, por su especial reactividad hacia los compuestos silíceos, ataca y disuelve la interfase entre la pared y la suciedad, produciendo una liberación de ésta. La suciedad liberada es arrastrada después con agua a presión.

El ácido fluorhídrico, a concentraciones relativamente bajas, es eficaz para eliminar una gran variedad de manchas, y tiene la ventaja, sobre otros ácidos, de su menor tendencia a dejar residuos solubles sobre la pared, que después, si no son arrastrados, pueden producir alteraciones localizadas de color.

Hay que advertir que el ácido fluorhídrico es extremadamente peligroso, especialmente cuando está concentrado y, por tanto, debe manejarse obedeciendo estrictamente todas las normas de seguridad. Hay que advertir, además, que su uso indiscriminado puede producir ataques indeseados a otros elementos de la construcción, como vidrio y superficies pulidas.

El ácido clorhídrico debe utilizarse, de forma limitada y a bajas concentraciones, para eliminar manchas de mortero o de pinturas cementicias. Para limpiar otras manchas y suciedades, hacen falta unas concentraciones tales que producen, por ataque, sales solubles capaces de crear problemas de eflorescencias o de velos.

#### *Disolventes orgánicos.*

Los disolventes orgánicos, tales como los hidrocarburos aromáticos [ $C_6H_4(CH_3)$ ] y los hidrocarburos clorados ( $CH_2Cl_2$ ), se emplean en operaciones de limpieza para eliminar determinados depósitos superficiales que no son solubles en agua, tales como pinturas, aceites, pesticidas, grasas, inateriales bituminosos, etc. En unos casos se hacen aplicaciones directas, y en otros es mejor utilizar estos disolventes formando emplastos con sustancias minerales pulverulentas, ya que así se pueden eliminar más fácilmente determinadas manchas.

Los disolventes orgánicos pueden usarse puros, o bien formando determinadas mezclas, por ejemplo, con hidrocarburos alifáticos.

Conviene tener presente que estas sustancias orgánicas se evaporan rápidamente y, por tanto, resulta muy limitado el tiempo en el cual son eficaces. Otro inconveniente es que los disolventes pueden deshacer las sustancias coloreadas que se desea eliminar, pero difundirlas profundamente en la estructura porosa de los materiales de la obra.

Como es natural, productos como éstos, que son inflamables y dañinos para la salud cuando entran en contacto con la piel o son inhalados, deben manejarse con mucha precaución y respetando las normas de uso.

### **Limpieza con abrasivos**

El empleo del chorro de arena en seco, para la limpieza de las fábricas de ladrillo, tiene la gran ventaja de que elimina el problema de las acciones químicas entre las soluciones limpiadoras y los ladrillos y morteros. Esta ventaja es especialmente apreciada en el caso de los ladrillos con manchas de sales de vanadio, cuya eliminación requiere tratamientos químicos muy críticos.

Como podría esperarse, la limpieza con chorro de arena en seco también tiene sus inconvenientes, entre los cuales destaca su acción abrasiva sobre superficies de ladrillos y morteros más delicadas. La acción abrasiva es buena si actúa eficazmente para eliminar las manchas, sin alterar sustancialmente la superficie de los ladrillos y morteros. Ahora bien, hay que recordar que existen ladrillos con terminaciones superficiales que se aplican con fines ornamentales, y que algunas de estas terminaciones pueden ser dañadas por una excesiva abrasión causada por un tratamiento inadecuado de chorro de arena. Entre esas terminaciones cabe destacar los vidriados, las colocaciones superficiales, los engobes, y las capas más o menos compactas de arena que se aplican sobre las superficies de los ladrillos para embellecerlas.

Las fábricas hechas con ladrillos tan delicados como éstos no deben ser limpiadas con chorro de arena en seco, a menos que se pueda regular una acción abrasiva de una sutileza tal, que sea eficaz para eliminar las manchas y no dañe la obra, lo cual no es fácil.

Aparte de estos inconvenientes causados por la acción abrasiva cabe añadir los siguientes:

- a) Como es sabido, la capa exterior de los ladrillos es más dura que su interior, debido a causas relacionadas con su fabricación, tales como las reacciones de sales fundentes acumuladas en la superficie, o las acciones químicas de la atmósfera del horno y calentamiento más acusado en la superficie. Si la acción abrasiva del chorro de arena o de otros tratamientos, elimina esta capa dura superficial del ladrillo, resulta expuesta la materia interior, que es más débil, y se acelera su deterioro por la agresión ambiental.
- b) La limpieza por abrasión hace perder detalle a algunas partes delicadas de la edificación.
- c) La abrasión produce picaduras superficiales que pueden acelerar el deterioro de los ladrillos y de las juntas.
- d) El daño producido en las juntas, si es intenso, puede abrir vías de agua en la mampostería. Si éste fuese el caso, habría que hacer una reparación de las mismas.

La mayor o menor abrasividad del chorro depende de las condiciones de operación (presión, flujo de aire y carga de arena), de la composición granulométrica de la arena, y de la naturaleza y morfología de la substancia empleada como arena (arena silícea natural, cuarzo triturado, rocas duras o blandas trituradas, y otros diversos materiales, como cáscaras de nuez trituradas).

Para realizar la limpieza deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) Proteger con cintas adhesivas o con plásticos las superficies adyacentes a las que se van a limpiar, con el fin de que no se dañen por el chorro de arena.
- b) Elegir un material granular de abrasividad y tamaño de grano adecuados, procurando que no contenga polvo.
- c) La obra de ladrillo a limpiar debe estar seca y bien fraguada.
- d) Antes de aplicar el chorro de arena hay que eliminar las grandes adherencias de mortero que pudieran existir.
- e) Conviene comenzar la operación ensayando diversas distancias de la boquilla a la pared, y diversos ángulos del chorro, para decidir cuales son las condiciones más adecuadas para obtener una buena limpieza, sin dañar los ladrillos ni el mortero. Como es natural hay que dirigir el chorro a los ladrillos tratando de evitar, en lo posible, la incidencia sobre las llagas de mortero.