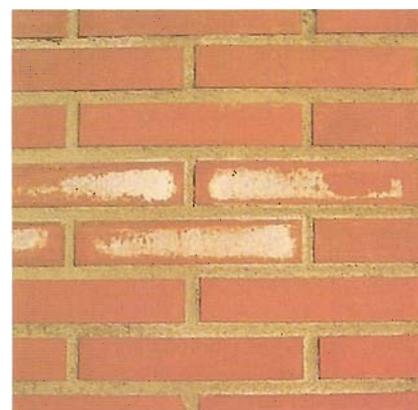


Eflorescencias en las fachadas de ladrillo cara vista

Ricardo Fombella Guillém
Director Técnico de Hispalyt.

CONTENIDO

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- EVALUACION DE LAS EFLORESCENCIAS
- 3.- INTERACCION LADRILLO-MORTERO
- 4.- PROCESOS FISICOS QUE INTERVIENEN EN LA FORMACION DE EFLORESCENCIAS
- 5.- PREVENCION DE LAS EFLORESCENCIAS



La aparición de eflorescencias en las fachadas de ladrillo cara vista, aún siendo una patología leve de tipo estético, que no afecta a la durabilidad del ladrillo (excepto en los casos de aporte continuo de sales procedentes del terreno), constituye actualmente una fuente importante de reclamaciones por parte de técnicos y usuarios.

En el presente artículo, se analiza el tema planteando la complejidad del mismo debido a los múltiples factores intervinientes, así como las dificultades que presentan los sistemas de evaluación contemplados en la normativa de ensayo.

Se describe también una experimentación que demuestra la interacción ladrillo - cemento en la aparición de eflorescencias, concluyendo con algunas razones físicas que ayudan a comprender su proceso de formación, y una serie de recomendaciones para prevenir el problema.

1.- INTRODUCCION

La causa directa de la eflorescencia, es la migración de una solución salina a través del sistema capilar del conjunto ladrillo - mortero y la acumulación de las sales solubles en la superficie expuesta, donde se produce una evaporación relativamente rápida. En las zonas de máxima evaporación precipitan las sales cuando la solución sobrepasa su concentración de saturación, dando origen a las manchas conocidas como eflorescencias.

Definimos por lo tanto las eflorescencias como manchas producidas por la cristalización de sales solubles en la superficie del ladrillo.

Aunque en algunos casos pueden tener aspecto parecido, es importante no confundir las eflorescencias con las manchas de mortero, debidas a una deficiente eliminación del sobrante de este material durante la ejecución de la fábrica.

La posibilidad de aparición de eflorescencias, depende en primer lugar de la cantidad de sales efectivamente movilizadas, que a su vez es función de la cantidad de componentes solubles contenidos en el conjunto ladrillo - mortero, así como de las condiciones del entorno, en particular: viento, humedad relativa y temperatura.

A igualdad de estas variables, la manifestación de eflorescencias esta relacionada con la cinética del proceso de precipitación de las sales, que puede variar en función de la naturaleza de las mismas y de la permeabilidad al agua del ladrillo, que es función a su vez de la porosidad total y de la estructura de su red capilar (distribución del tamaño de los poros).

2.- EVALUACION DE LAS EFLORESCENCIAS

Dada la complejidad del proceso de formación de eflorescencias, el sistema empleado por las normas para valorar la capacidad de eflorescer de un ladrillo, se basa en la estimación visual de la mancha con independencia de las sales depositadas en la superficie de la pieza.

El método de ensayo descrito en la norma UNE 67.029 - 95, provoca un arrastre de las sales solubles contenidas en el ladrillo hacia su cara vista, mediante la evaporación del agua destilada contenida en una bandeja en la que se sitúa la pieza apoyada por el canto, y en la que se ajusta el cierre de tal forma que solo la cara vista queda al descubierto con objeto de forzar la evaporación a través de dicha superficie. Transcurridos siete días en estas condiciones, se secan los ladrillos en una estufa, y se comparan con el patrón (no ensayado).

La calificación de cada ladrillo de la muestra se hace en función de la intensidad y superficie afectada por la eflorescencia, de acuerdo con la tabla adjunta:

INTENSIDAD	SUPERFICIE AFECTADA		
	>25%	≤25% y ≥5%	<5%
Velo Fino	Ligeramente eflorescido	No eflorescido	No eflorescido
Velo Grueso	Eflorescido	Ligeramente eflorescido	Ligeramente eflorescido
Mancha	Muy eflorescido	Eflorescido	Ligeramente eflorescido

Si bien el procedimiento de evaluación de la actual norma ha mejorado con respecto a la anterior, la apreciación de las intensidades de la eflorescencia para establecer si se trata de velo fino, velo grueso o mancha, sigue siendo subjetiva.

Para solventar este problema, origen de la dispersión de resultados entre los distintos laboratorios, se ha puesto a punto un sistema de visión artificial que permite evaluar de una forma objetiva cada una de las muestras.

El sistema capta la imagen de la superficie del ladrillo a través de una cámara de vídeo, transmitiendo la información a un procesador que analiza la intensidad de las manchas por comparación con el ladrillo patrón, mediante un programa específicamente desarrollado al efecto. (fig. 1 y 2)

Este procedimiento será incorporado a la norma de ensayo, como método de evaluación alternativo, para aquellos casos dudosos en los que la calificación visual resulte dificultosa.

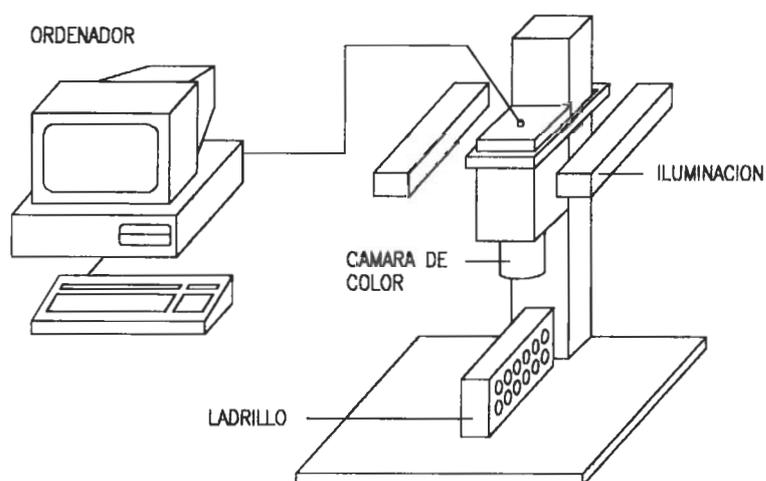


Fig.1.
Componentes del sistema.



Fig.2.1
Muestra ensayada y ladrillo patrón

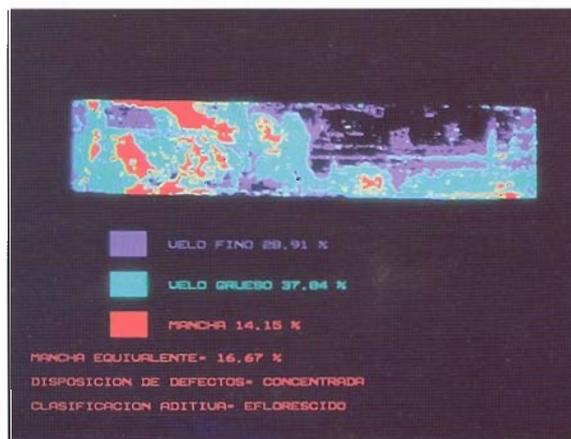


Fig.2.2
Imagen de las manchas analizadas por el ordenador

3.- INTERACCION LADRILLO - MORTERO

Aunque la aparición de eflorescencias se produce habitualmente en la superficie del ladrillo, debido a la naturaleza del sistema capilar de éste con respecto al mortero, el origen de las sales causantes del problema puede estar en cualquiera de los elementos que componen la fabrica:

- Ladrillo
- Mortero: Cemento
 - Agua
 - Aridos
 - Aditivos

En el ladrillo pueden existir sales solubles en forma de sulfatos (sodio, potasio, magnesio y calcio) cuyo origen hay que buscarlo en las materias primas (arcilla), o en los combustibles utilizados en el proceso de cocción.

El mortero, constituido a su vez por varios componentes, contribuye en muchos casos a la formación de eflorescencias.

La experiencia nos muestra a diario, como ladrillos calificados según el ensayo de la norma UNE 67.029 - 95, como no eflorescidos o ligeramente eflorescidos, presentan un aspecto deplorable a los pocos días de ser colocados en la fachada.

Para comprobar la influencia del mortero en la aparición de eflorescencias, se ha realizado un estudio experimental en el Instituto de Cerámica de la Universidad de Santiago de Compostela, consistente en someter al ensayo de eflorescencia probetas constituidas por ladrillos con sus juntas de mortero.

En este trabajo, la única variable considerada ha sido el cemento, ya que los otros componentes del mortero fueron agua destilada y arena lavada, con una proporción arena - cemento de 3:1.

Las probetas estaban formadas por tres ladrillos con las dos juntas de mortero correspondientes.

Tras el fraguado y endurecimiento del mortero, se procedió al sellado del perímetro de la probeta con una cinta impermeable, excepto la zona sumergida en agua y la cara vista por donde se produce la evaporación.

Después de 30 días en condiciones equivalentes a las de la norma de ensayo de ladrillos, se procedió al secado de las probetas y se observaron las eflorescencias aparecidas sobre la cara vista.

Para la experimentación se tomaron 8 tipos de ladrillo y 13 cementos, todos ellos de distintas procedencias.

Si bien se analizaron las sales solubles de ladrillos y morteros, dado que la normativa sobre eflorescencias se limita a comparar visualmente el aspecto de las probetas ensayadas con el ladrillo patrón. En las fotografías adjuntas se reproducen los ladrillos de cada tipo, tras el ensayo con los 13 cementos, mostrando el patrón en posición horizontal en la parte inferior, y el ladrillo sin mortero ensayado según la norma UNE en la esquina superior izquierda, según el esquema de la fig. 3.

A la vista de los resultados, es evidente que con algunas combinaciones de ladrillos y cementos se produce la acumulación anómala de gran cantidad de sales solubles en la superficie vista del ladrillo.

De la observación de la serie de probetas ensayadas puede concluirse lo siguiente:

Todos los ladrillos resultaron no eflorescidos o ligeramente eflorescidos según el ensayo UNE 67.029 - 95 (pieza situada en la esquina superior izquierda).

No todos los ladrillos presentan eflorescencias con los mismos tipos de cemento, ni el mismo tipo de cemento causa siempre eflorescencias.

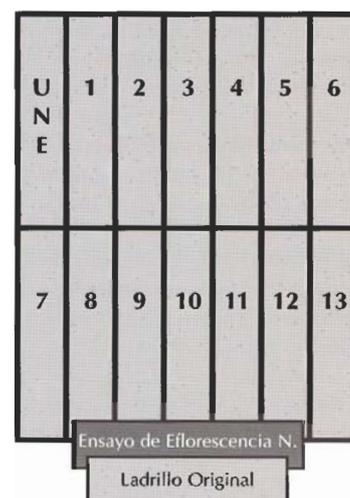
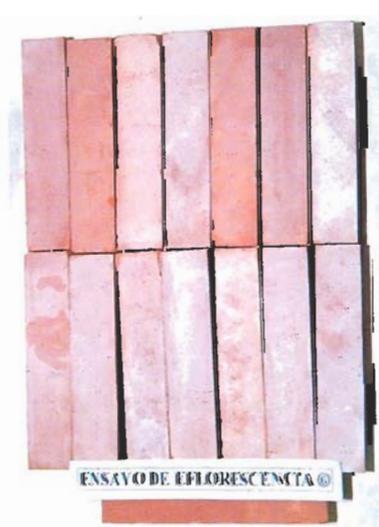
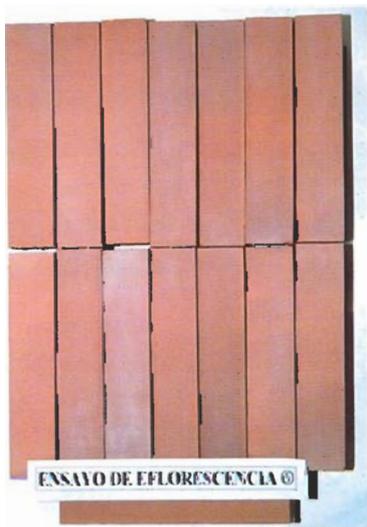
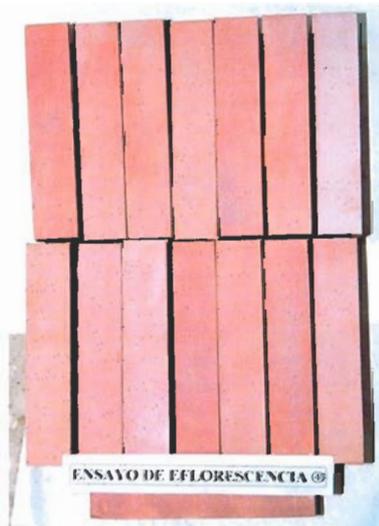
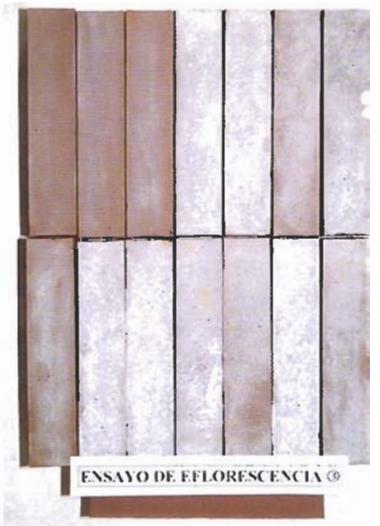
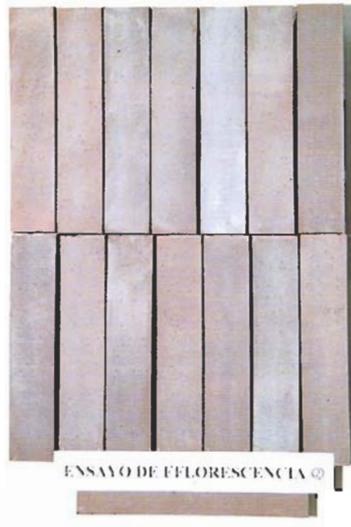
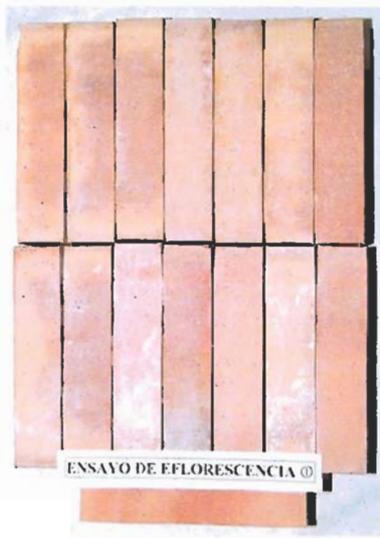
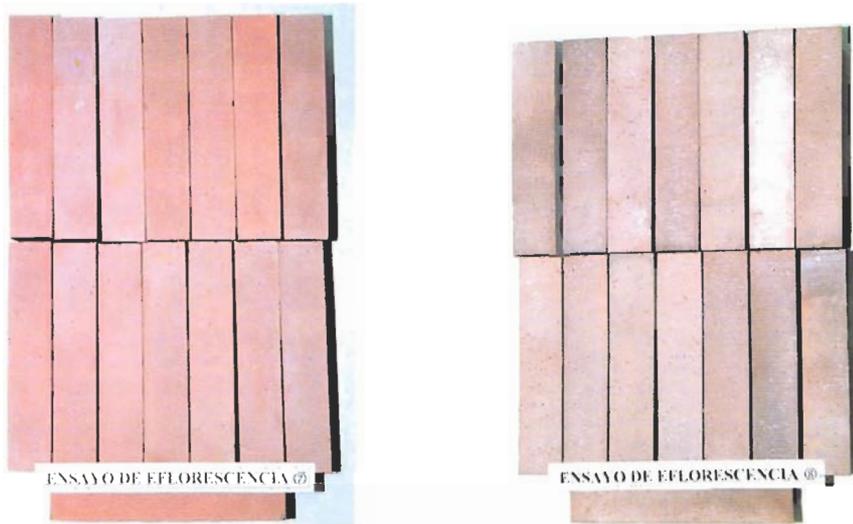


Fig. 3
N = Identificación del Ladrillo
UNE: Resultado del ensayo según Norma UNE.
Números del 1 al 13: Resultado del ensayo para cada uno de los 13 cementos.





4.- PROCESOS FISICOS QUE INTERVIENEN EN LA FORMACION DE EFLORESCENCIAS

Tal como se ha indicado anteriormente, además de la cantidad de las sales solubles efectivamente movilizadas procedentes de los distintos componentes de la fábrica, existen otros factores que ejercen gran influencia en el proceso de migración y precipitación de las sales.

Veamos algunas razones físicas que explican la aparición de eflorescencias.

Un peso fijo de agua a una temperatura, puede disolver una cantidad máxima de una sal determinada. Cuando se ha disuelto esa cantidad máxima, decimos que la solución está saturada. En general, a mayor temperatura del agua corresponde una mayor cantidad de sal disuelta.

Cuando se enfría una solución saturada, se separa de la misma cierta cantidad de sal en forma sólida. Igual ocurre si, manteniendo fija la temperatura, se evapora parte del agua. La cristalización de la sal puede producirse por tanto, por enfriamiento o por evaporación del agua.

De este modo, cuando la pared se encuentra a temperatura relativamente baja y expuesta a una rápida evaporación por la acción del viento y del sol, se facilita la formación de eflorescencias, proceso que suele ocurrir en primavera, siendo esta época del año la más propensa a la aparición de dicha patología.

Al estudiar la formación de eflorescencias, hay que tener presente también la manera en que se realiza el mojado y secado del ladrillo.

Si el agua entra en el ladrillo por la misma cara que después ha de salir por evaporación, la eflorescencia es menos probable que si el mojado se produce por alguna otra cara.

Analicemos con mayor detalle el primer caso: El agua comienza a penetrar por la cara vista o cara de evaporación. Las primeras porciones de agua irán disolviendo sales a medida que vayan penetrando hacia el interior del ladrillo por los capilares. Las siguientes porciones de agua encontrarán cada vez menos sales que disolver y por tanto quedarán más diluidas.

Los fenómenos de difusión en la red capilar son lentos y por tanto se tardaría mucho tiempo en alcanzar la homogeneidad de concentración en dichas soluciones.

Si el proceso de secado se inicia antes de que se homogeneicen las concentraciones, la solución próxima a la cara externa del ladrillo estará diluida, siendo por tanto escaso el aporte de sales a la superficie, y bajo el riesgo de aparición de eflorescencias.

Si por el contrario hubiese transcurrido tiempo suficiente para conseguir la homogeneidad de las concentraciones, la solución próxima al exterior habría alcanzado una mayor concentración, siendo por tanto más alto el riesgo de eflorescencias.

El caso más desfavorable sería aquel en que el agua penetra por caras distintas a la de evaporación, ya que entonces la solución iría concentrándose a medida que avanza hacia la cara vista (de evaporación). De esta forma, la solución llegaría al exterior prácticamente saturada y la cristalización comenzaría al poco de iniciarse el secado, produciendo un depósito de sales sobre la superficie del ladrillo.

Estas son las condiciones del ensayo de eflorescencias, según UNE-67029, que como vemos corresponden a la situación más desfavorable.

Las eflorescencias suelen manifestarse muy claramente en las obras nuevas durante el primer secado. La razón es que los ladrillos han sido mojados durante la colocación, y el secado se realiza preferentemente por la cara vista, lo cual favorece el depósito de sales en la cara exterior.

Tras la terminación de la obra, la lluvia que incide sobre la cara vista de los ladrillos tiende a arrastrar las sales hacia el interior.

El siguiente brote de eflorescencias puede producirse con el secado de la obra en primavera, cuando las temperaturas aún son bajas y la larga persistencia del ambiente húmedo invernal ha reducido la evaporación, dando lugar a que se homogeneice la concentración de las sales solubles en la solución existente en la red capilar del ladrillo.

Los siguientes brotes de eflorescencias que se producen en temporadas sucesivas suelen ser más benignos, o incluso no llegan a producirse, debido a que se alcanza un estado de equilibrio en el cual, el agua que penetra por la cara exterior empuja hacia el interior del ladrillo una cantidad de sales que compensa la que se mueve hacia el exterior durante el secado.

5.- PREVENCIÓN DE LAS EFLORESCENCIAS

Tal como se indicó en la presentación, el fenómeno de las eflorescencias es complejo, función de múltiples variables que difícilmente podemos controlar en su totalidad. No obstante, las siguientes recomendaciones pueden reducir su presencia:

- Utilizar ladrillos calificados, según la norma de ensayo, como no eflorescidos o ligeramente eflorescidos.

- Impedir el contacto directo del ladrillo con el terreno en las zonas de acopio, para evitar su contaminación con las sales solubles del suelo.

- Para verificar que el mortero no tendrá una influencia negativa, realizar el ensayo de eflorescencias del conjunto ladrillo - mortero (con los mismos componentes que vayan a ser utilizados en obra).

- Debido a que el agua es el vehículo que transporta las sales solubles causantes de las eflorescencias, debe procurarse no mojar la fábrica tras su ejecución, ya que con la humectación previa del ladrillo, el proceso de fraguado se desarrolla con normalidad. Sólo en tiempo caluroso debe aportarse la humedad necesaria para impedir la deshidratación del mortero.

- Evitar que la fábrica se moje desde el interior. Esta humedad siempre provoca eflorescencias y manchas en el ladrillo.

- Durante la ejecución de la obra de fábrica, deberá protegerse la parte superior de los paramentos para resguardarlos del agua de lluvia. Se protegerá así mismo, la cara superior del ladrillo en los huecos de fachada y coronaciones de muros hasta que se coloquen los vierteaguas y albardillas.

- Desde la terminación de un muro hasta el enfoscado de su cara interior, debe transcurrir un periodo de tiempo no inferior a 24 horas, con objeto de interrumpir la continuidad capilar, evitando así posibles eflorescencias procedentes del mortero del enfoscado.

- Los muros de contención, jardineras y demás elementos de fábrica en contacto con el terreno, deben impermeabilizarse correctamente por su cara posterior, con objeto de evitar el aporte constante de sales solubles del terreno que producirán eflorescencias continuamente, pudiendo llegar a dañar el ladrillo.

- Para evitar la ascensión capilar de la humedad por los muros en contacto con la cimentación, se colocará una lamina antihumedad con el ancho del muro y entre dos capas de mortero recién hecho.

- Todos los muros de ladrillo cara vista deberán disponer de los elementos necesarios (aleros, vierteaguas, albardillas, etc.), con objeto de evitar un aporte excesivo de agua en tiempo de lluvia.

Como hemos podido observar, muchos de los factores causantes de la eflorescencia son ajenos al propio ladrillo, aunque por ser en este material donde aparecen las manchas, existe una tendencia generalizada a hacerle responsable del problema.

Esperamos haber contribuido a clarificar algunos aspectos de esta patología de tipo estético, que en la mayor parte de los casos desaparece sola, tras los ciclos naturales de humectación y secado.

BIBLIOGRAFIA

- ARTIEDA J., CATALINA J.C., FOMBELLA R., FUENTES J. L.
Applicazione di un sistema di visione artificiale per la valutazione delle efflorescenze nei prodotti di laterizio.
L'industria dei laterizi 26 / 1.994.
- FABBRI B., DONDI M.
Manifestazioni efflorescenti sui prodotti in laterizio.
L'industria dei laterizi 41/1.996.
- FOMBELLA R.
El muro de ladrillo. HISPALYT 1.992.
- GARCIA VERDUCH, A.
Eflorescencias.
Arcilla Cocida nº 11. Marzo 1.981.
- GARCIA VERDUCH A.
Guía para el estudio de velos y eflorescencias en ladrillos de construcción. Instituto Universitario de Tecnología Cerámica de Castellón. 1.988.
- GUITIAN F.
Eflorescencias en el sistema ladrillo - mortero.
Instituto de Cerámica. Universidad de Santiago de Compostela. 1.993.
- HAAGE R.
Efflorescence on bricks and masonry. Origin, removal, prevention.
ZI 4 / 1.991.
- MUZZIN G.
Les efflorescences dan les maçonneries en briques.
C.S.T.C. nº 4. 1.982.
- PAULS N.
Changes in the efflorescent salt content of the system bricks - mortar. *ZI.*