

OTRA VARIANTE SOBRE EL USO DE LAS SALES DE BARIO EN LA CONSOLIDACION DE ROCAS CALIZAS Y SUS DERIVADOS

María de la Gracia Ledezma Díaz
ENCRM-INAH

OBJETIVO

Con base en la observación de las técnicas decorativas de la Zona de Palenque, en donde se encuentra una gran cantidad de aplanados deleznable, y de decoraciones de estuco con núcleos pulverulentos, la tercera fase del Subproyecto Geoquímica, plantea como objetivo proveer al restaurador de otra "herramienta" para la consolidación profunda de las rocas calizas y de sus materiales adjuntos en una estructura. Esta herramienta son las sales de bario.

ANTECEDENTES

El uso del hidróxido de bario como consolidante de piedra, fue propuesto por primera vez en 1861, pero su uso no fue difundido, ya que las consolidaciones no eran duraderas, y se producían cambios de apariencia y color en los materiales.

En 1966 Lewin, lo propone para consolidación de calizas, preparando una solución de hidróxido de bario y urea:

Ba (OH)₂ .8H₂O - 20 partes

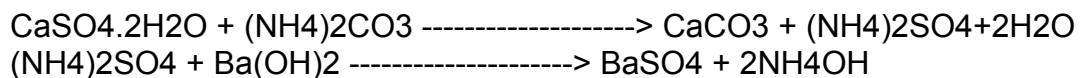
Urea - 5"

Glicol - 15"

Agua - 55"

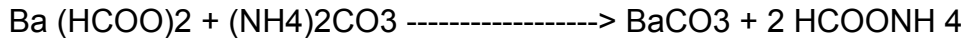
Esta solución fue aplicada hasta saturación del sustrato, y transcurrieron tres semanas para que actuara. Los iones calcio son reemplazados por iones bario, produciéndose en la superficie una película protectora de carbonato de bario.

Ferroni, Melaguzzi-Valeri y Rovida, proponen un método análogo para la eliminación de sulfato de calcio en murales:



Tratando de simplificar el uso del hidróxido de bario como consolidante, se retoma su utilización directa junto con el carbonato de amonio, para producir en forma rápida el carbonato de bario que actúe como cementante en el interior del material. al mismo tiempo que se forme una película protectora en la superficie. Aprovechando la propiedad del hidróxido de bario de disolverse en soluciones ácidas diluidas, se propone el uso de ácido fórmico al 5% en agua para este fin, obteniéndose entonces formiato de bario:

$Ba(OH)2 \cdot 8H_2O + 2 HCOOH \longrightarrow Ba (HCOO)_2 + 10 H_2O$
el cual reaccionará con el carbonato de amonio formando carbonato de bario:



el formiato de amonio resultante, podrá ser eliminado por medio de lavados con agua destilada.

La carbonatación también podría darse en forma natural, dejando actuar al bióxido de carbono ambiental, y será más rápida a medida que aumente la concentración de este gas en el entorno.

Las soluciones de formiato de bario tienen una buena penetración a causa de su movilidad, carbonatación y secado relativamente rápidos, transparencia total, control de pH, y una vez fraguadas, el carbonato de bario resultante tiene una dureza un poco mayor que el de calcio, es más insoluble que éste, y presenta una afinidad cristalina total con la aragonita y la calcita, que son las variedades cristalinas del carbonato de calcio natural.

CARBONATO DE CALCIO

Todas las variedades de piedra caliza están compuestas principalmente de carbonato de calcio, y son relativamente impuras, pues contienen mayor o menor cantidad de dolomita, arcilla y sílice, pero Sorby comprobó que el carbonato de calcio siempre está en forma de calcita o aragonita.

El carbonato de calcio es casi insoluble en agua, pero es soluble en ácido carbónico ($H_2O + CO_2$), debido a la formación de bicarbonato de calcio:



Tiene una constante del producto de solubilidad (K_{ps}) de 0.99×10^{-8} a 15°C; un peso específico (G) de 2.710, y una dureza (H) de 3.0. Como calcita pertenece al sistema romboédrico, con cristales blancos, de transparentes a opacos. Como aragonita pertenece al sistema ortorrómbico, con cristales blancos, de transparentes a opacos.

CARBONATO DE BARIO

Existe en forma natural, y es un polvo blanco muy parecido a la creta. Es totalmente insoluble en agua, y en muy pequeñas cantidades, en agua con un gran exceso de bióxido de carbono.

Tiene una constante del producto de solubilidad (K_{ps}) de 7×10^{-9} a 16°C; un peso específico (G) de 4.27 a 4.35, y una dureza (H) de 3.0 a 3.75 (4, 5). Pertenece al sistema ortorrómbico, con una estructura cristalina análoga a la de la aragonita, con cristales blancos de subtransparentes a translúcidos.

FASE EXPERIMENTAL



Foto 18. La muestra originalmente ofrecía poca resistencia a la fractura y presentaba pulverulencia, al ser consolidada se obtuvo firmeza y dureza en el material. La impregnación en rocas de estas características fue total.

Debido a su insolubilidad en agua y a su alto peso molecular, las soluciones de hidróxido de bario no pueden prepararse con una alta concentración. El rango establecido prácticamente es del 2 al 10% en peso, para tener buenas condiciones de disoluciones y por lo tanto de penetración.

Todas las pruebas se realizaron sobre muestras de la Zona Arqueológica de Palenque, y la solución de bario fue teñida con violeta de metilo para poder evaluar su penetración en el sustrato.

Las muestras trabajadas fueron:

- estucos y aplanados pulverulentos
- estucos y aplanados agrietados
- calizas porosas
- calizas exfoliadas

Se probaron dos formas de humectación previa del sustrato:

- con agua
- alcohol
- con agua destilada

- un tercer grupo se trabajó en seco

Se trabajaron tres métodos de impregnación:

- por goteo
- por inyección
- por aplicación de compresas

Se llevaron a cabo dos formas de carbonatación:

- por exposición al ambiente
- por aplicación de soluciones de carbonato de amonio

RESULTADOS

1. En las muestras humectadas con agua alcohol no hubo una penetración adecuada, ya que las sales de bario recrystalizaron en contacto con el etanol.
2. En las muestras humectadas con agua, la penetración fue un poco mayor que en el caso anterior, pero no totalmente satisfactoria.
3. En las muestras trabajadas en seco, se obtuvo una penetración total, tanto por goteo como por inyección. Por lo tanto para el resto de las pruebas se trabajó sobre sustrato seco.
4. Las muestras carbonatadas al ambiente, tardaron 24 horas en consolidar muy escasamente, y la cristalización del carbonato de bario se dio solamente en la parte exterior, tanto en las muestras impregnadas por goteo como en las de inyección.
5. En las muestras tratadas con carbonato de amonio, la consolidación fue muy rápida, ya que en 30 o 40 minutos se encontraban firmes. Una vez secas y partidas, se apreció una total difusión de los cristales teñidos en todo el sustrato, y aún las cavidades mayores estaban llenas en un 90 o 95%. Este resultado se observó en las muestras carbonatadas por inyección. En las carbonatadas por goteo, en algunos casos, las masas de carbonato de bario que empezaron a formarse impidieron el paso de el resto de la solución hacia el interior.
6. En el caso de las rocas exfoliadas, las compresas funcionan bien en las suturas, pero no en los bordes, ya que pueden quedar huecos en el interior. La inyección en los bordes, impregnando de a dentro hacia afuera, funcionó bien.

VENTAJAS

- A) La movilidad de la solución de formiato de bario, permite su utilización aún para consolidación profunda.
- B) Puede usarse para la eliminación de sulfatos, o bien asociada a la solución de carbonato de amonio, para lograr una consolidación bastante rápida.
- C) El carbonato de bario es de color blanco, de subtransparente a poco, por lo cual no presenta alteraciones de color en los materiales calizos.

D) El carbonato de bario tiene una dureza un poco mayor que el calcio, y es mas insoluble que este. Además de que ambos compuestos presentan una total compatibilidad por pertenecer al mismo sistema cristalino.

DESVENTAJAS

- A) Deben prepararse cantidades pequeñas de la solución de formiato de bario. No se puede conservar por tiempos prolongados, ya que se carbonato, por lo que su uso debe ser inmediato a su preparación.
- B) La consolidación debe hacerse por varias personas, para que entre la impregnación con bario y con carbonato transcurra el menor tiempo posible.
- C) Hasta el momento se piensa que no podría ser usada sobre materiales policromados, ya que la capa superficial (veladura) de color blanco seria muy difícil de eliminar aún por medios mecánicos. Pero hasta que no se lleven a cabo las pruebas correspondientes, no se puede decir la última palabra.

BIBLIOGRAFÍA

Mora. P.; Mora, L. and Philippot, P. "Conservation of wall paintings". Butterworths, 1984, cap.9.

Botticelli, G.; Lanti, C. y Giovannoni, S. "Twenty years of barium application on mural painting. Methodology of application" Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze.

Mellor, J.W. "Química Inorgánica Moderna". El Ateneo; Buenos Aires, 1958.

Dana, E.S. "Tratado de Mineralogía". Ed. CECSA; México, 1973

Betejtin, A. "Curso de Mineralogía". Ed. MIR ; Moscú, 1970.

Krumbein, W.C. y Sloss, L.L. "Estratigrafía y Sedimentación". Ed UTEHA; México, 1969.

Fieser, L. y Fieser, M. "Química Orgánica". Ed. El Ateneo; México, 1948.

[REGRESAR AL INDICE](#)