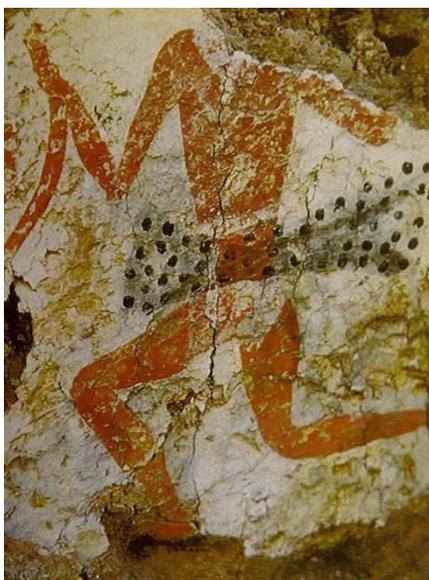


## De la cal al cemento

Sagrario Martínez Ramírez  
Instituto de Estructura de la Materia  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

El hombre busca vivir en un lugar que le permita estar protegido del ataque de los animales, de las inclemencias del tiempo (lluvia, viento, nieve), etc., y a la vez que tengan el mayor tiempo posible de vida. Inicialmente las casas se hacían de piedra que era lo más cercano y duradero que tenían. Con el fin de preservar la piedra, decorarla y así poder diferenciar unas viviendas de otras, bien por su diferente uso, bien por diferenciarse de la casa del vecino, se protegieron las paredes con capas de pequeño espesor. La primera constancia que se tiene de un material protector utilizado en una vivienda, procede del año 6000 a.C., y son las columnas de una vivienda en la ciudad de Catal Hüyük (Turquía) recubiertas de cal pintada de rojo. Desde ahí hasta nuestros días se ha producido una gran evolución y revolución en cuanto a la utilización de los materiales de construcción, hasta llegar al cemento.



Pintura de cal coloreada de una vivienda de Catal Hüyük (Turquía)

Texto publicado en la página web [www.quimica2011.es](http://www.quimica2011.es)

Los primeros materiales protectores surgen en la época de los Romanos, Vitruvio (arquitecto e ingeniero del siglo I a.C.) recoge en su Libro II diferentes materiales que se deben utilizar en la construcción: Ladrillo, arena, cal, mortero, puzolana, madera, etc.

La cal se obtiene por un proceso cíclico en el que se parte de una caliza que se calienta, se hidrata y carbonata y así se vuelve a obtener un carbonato cálcico similar al de la caliza de partida. En este caso el proceso de endurecimiento (carbonatación) se produce con el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, que si consideramos que en el aire hay un 0.035%, el proceso es muy lento. Esto presenta la ventaja de que el material puede ser manejable y trabajable, durante largos periodos de tiempo, pero la desventaja de que para obtener un material resistente se requiere mucho tiempo. Por ello, normalmente la cal se utiliza en capas finas que permiten el fácil acceso del CO<sub>2</sub> y que requieren tiempos más cortos de endurecimiento.

Con el fin de mejorar las resistencias mecánicas de la cal y de acelerar su proceso de endurecimiento, se empezó a mezclar la cal con otro tipo de materiales; los primeros que se utilizaron fueron unas cenizas volcánicas que se encuentran en la localidad de Pozzuoli (localidad a la que deben su nombre) en las proximidades de Nápoles, en las faldas del Vesubio. En este caso los silicatos y aluminatos de la puzolana, en medio acuoso, reaccionan con la cal dando lugar a silico-aluminatos cálcicos hidratados de mayor resistencia que la caliza y que endurecen en tiempos mucho más cortos. En este caso el endurecimiento no se produce por reacción con el CO<sub>2</sub> atmosférico sino por reacción con agua, son los primeros materiales hidráulicos. El antiguo puerto de Cosa (próximo a la ciudad de Ansedonia, Italia) fue construido con puzolana mezclada con cal y en la actualidad se pueden ver los tres muelles, en los que la parte sumergida se encuentra en buenas condiciones, a pesar de que hayan pasado 2100 años desde su construcción.

Con la caída del Imperio Romano también decae la utilización de la cal, hasta que en el siglo XVIII vuelve a resurgir el interés por los materiales de construcción. Se utilizan mezclas algo diferentes, formadas por caliza, puzolana y arcillas, estas últimas se habían considerado hasta el momento como materiales indeseables cuando se encontraban mezcladas con la caliza, pues sólo se pensaba que "contaminaba" el material. John Smeaton fue el primero en entender las propiedades químicas de estos "nuevos materiales" que son obtenidas por calcinación conjunta de calizas y arcilla, donde en el proceso de cocción del carbonato cálcico de la caliza con la arcilla se produce la formación de silicatos cálcicos que presentan propiedades hidráulicas, es

Texto publicado en la página web [www.quimica2011.es](http://www.quimica2011.es)



decir, que en contacto con agua reaccionan dando lugar a compuestos hidratados que originan materiales con mayores resistencias que la cal.



Aspecto del clinker obtenido en un horno de una cementera

A esto le siguió el diseño de los materiales cementantes desarrollados por James Parker obtenidos tras la calcinación de nódulos de calizas arcillosas, que dieron lugar a la Patente del cemento Portland obtenida en 1824 por Joseph Aspdin. Este primer cemento Portland se obtenía calentando una mezcla fina de arcilla y caliza hasta que se desprendía todo el  $\text{CO}_2$  (temperaturas cercanas a los  $1000^\circ\text{C}$ ). Se está aún lejos de las temperaturas actuales a las que se calienta un horno de una cementera. En 1845, Isaac Johnson quemó en un horno mezclas de arcillas y calizas hasta su sinterización (aproximadamente  $1400^\circ\text{C}$ ) lo que dio paso al actual proceso de fabricación del cemento. En el horno de una cementera se añaden mezclas de calizas con compuestos que aporten sílice, óxidos de hierro y alúmina y se calientan a  $1450^\circ\text{C}$ , obteniéndose un material sinterizado en forma de piedras que se denomina clinker (nombre onomatopéyico por el sonido originado al salir del horno). Los componentes fundamentales del clinker son silicatos cálcicos, aluminatos cálcicos y fases con hierro. Para la obtención del cemento se realiza la molienda del clinker con yeso y eso es lo que comúnmente denominamos cemento.



Estatua de la Madre Rusia (Volgograd) (82 m de altura) hecha con cemento

Texto publicado en la página web [www.quimica2011.es](http://www.quimica2011.es)

El cemento también es un material hidráulico que quiere decir que reacciona con el agua para dar compuestos hidratados diferentes a los de partida y que son los responsables de las resistencias mecánicas, este compuesto es un silicato cálcico hidratado de naturaleza amorfa.

Como podemos ver ha sido necesario un largo camino para la obtención del cemento, pero no se deben despreciar las etapas anteriores sin las cuales no hubiera sido posible conocer las reacciones y procesos químicos que tienen lugar y que han permitido avanzar en el conocimiento y por lo tanto en la ciencia de los materiales de construcción. Finalmente me gustaría destacar que a pesar de la gran profusión del cemento, los antiguos materiales de construcción, cal, yeso, etc. siguen teniendo su espacio y sus aplicaciones y que se sigue estudiando sobre ellos, con el fin de mejorar sus propiedades.

Texto publicado en la página web [www.quimica2011.es](http://www.quimica2011.es)

