



Puzolanas y Escorias: Una oportunidad técnica, económica y ecológica

Cuando el hombre se percató de que necesitaba materiales resistentes al agua y al fuego descubrió que la madre naturaleza se había encargado de que los elementos más abundantes en la tierra tuviesen la capacidad de combinarse para formar aglomerantes hidráulicos: Sílice, Calcio, Aluminio y Hierro, precisamente, las materias primas utilizadas para fabricación del cemento moderno, y había almacenado la energía química para efectuar el proceso, en los combustibles fósiles. Sin embargo, eso no es todo; la tectónica de formación de los continentes efectuó parte del proceso, proporcionando los componentes fundamentales, calcio y sílice, con la energía interna suficiente para poder combinarse, formando los silicatos cálcicos que constituyen el cemento. La moderna tecnología de fabricación del cemento desarrolla el proceso en hornos rotatorios con precalentadores en suspensión de gases y la instrumentación más sofisticada, pero aún existen formidables cantidades de reservas naturales que podrían ser aprovechadas y se siguen produciendo en procesos industriales, metalúrgicos y siderúrgicos que permiten disponer de escorias con sílice y otros materiales, las escorias, con suficiente actividad química y energía interna para conformar conglomerantes hidráulicos.

Un breve recorrido por la historia del cemento

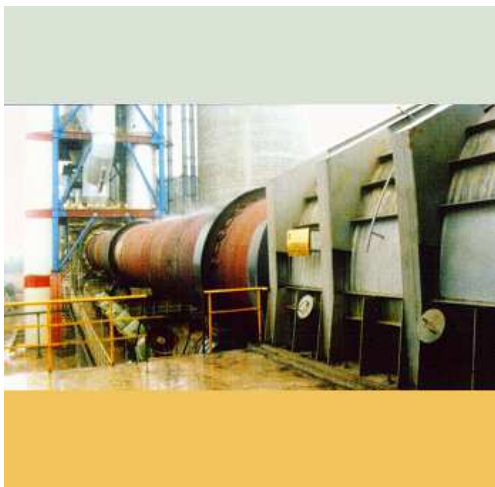
Hacia el año 700 antes J.C. los etruscos utilizan mezclas de puzolana y cal para hacer un mortero capaz de desarrollar resistencia mecánica y durabilidad química. En el año 100 antes J.C. los romanos utilizaban mezclas de puzolana y cal para hacer hormigón de resistencias a compresión de 5 Mpa.

Hasta el año 1750 sólo se utilizan los morteros de cal y materiales puzolánicos (tierra de diatomeas, harina de ladrillos etc.), que tenían la actividad química necesaria para combinar la cal por efecto volcánico. Hacia 1750-1800 se investigan mezclas calcinadas de arcilla y caliza, iniciándose recién la producción artificial de conglomerantes.

Smeaton compara en el año 1756 el aspecto y dureza con la piedra de Portland al sur de Inglaterra. 40 años más tarde, Parker fábrica cemento natural aplicándose entonces el vocablo "cemento" (anteriormente se interpretaba como "caement" a toda sustancia capaz de mejorar las propiedades de otras). Estos cementos conglomeran otros elementos, actuando como aglutinantes que permitan los aglomerantes que permiten construir estructuras. Vicat explica en 1818 de manera científica el comportamiento de estos "conglomerantes".

En 1824, Aspdin patenta el cemento portland dándole este nombre por motivos comerciales, en razón de su color y dureza que le recuerdan a las piedras de Portland. Hasta la aparición del mortero hidráulico que autoendurecía, el mortero era preparado en un mortarium (sartén para mortero) por percusión y rotura, tal como se hace en la industria química y farmacéutica.

Entre los años 1825-1880 aparecen las primeras fábricas de cemento en Inglaterra, Francia, Alemania y España.



El Horno Rotatorio de Cemento

El proceso de Clinkerización

El proceso que se produce en el horno cementero es relativamente simple y consiste en calentar una mezcla preparada a partir de materias primas que permiten disponer de 4 óxidos: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 . La clinkerización consiste en combinar estos óxidos para formar componentes mineralógicos que proporcionan resistencia mecánica y durabilidad química; en realidad los compuestos fundamentales son los silicatos dicálcicos (C2S - belita) y tricálcico (C3S - Alita); los compuestos que forman la alúmina y hierro también confieren algunas propiedades al clínker, pero su función principal en el proceso es formar la fase líquida que permite la formación de los silicatos cálcicos a temperaturas reducidas (1300-1350 °C). El clínker que produce el horno,

molido con yeso como retardador de fraguado, es el cemento que constituye el conglomerante hidráulico por excelencia, al desarrollar su resistencia por hidratación de los silicatos cálcicos.



El proceso de Clinkerización en el Horno Rotatorio

Las Puzolanas y las Escorias

La naturaleza se ha encargado de efectuar el mismo proceso que se efectúa en el horno, en forma parcial o total. Los inmensos yacimientos de materiales volcánicos silíceos que han sido sometidos a las grandes presiones y temperaturas de formación del planeta, constituyen puzolanas naturales con sílice suficientemente activa para reaccionar con cal para formar directamente silicatos cálcicos; utilizar esta energía almacenada para producción directa de aglomerantes ha permitido efectuar construcciones tan maravillosas como el coliseo romano, pero también puede representar un ahorro significativo de energía en el proceso moderno de fabricación, utilizándose como materias primas y/o como adiciones activas al clínker para producir los llamados cementos puzolánicos. En algunos procesos industriales se pueden producir como residuos, cenizas con contenidos de sílice activada por altas temperaturas que constituyen puzolanas artificiales.

En otros casos, tales como los altos hornos metalúrgicos y siderúrgicos, el proceso puede llegarse a completar, al existir en el proceso tanto sílice como cal y altas temperaturas, llegándose a clinkerizar materiales que forman parte de las escorias generalmente desechadas.

Estas escorias, sometidas a tratamiento mecánico y mezcladas con agua, tienen la capacidad de desarrollar resistencia mecánica, pudiendo constituir y utilizarse como un aglomerante hidráulico. Considerando sus niveles de concentración en materiales clinkerizados y puzolanas artificiales, resulta más conveniente su aplicación en forma combinada con el clínker, para producción de los llamados cementos de escorias, que no solamente producen resistencia mecánica como cualquier cemento Pórtland, sino que presentan la particularidad de ofrecer una resistencia formidable al ataque químico, principalmente los sulfatos, resultando particularmente útiles en la construcción de espigones y estructuras expuestas al contacto con elementos químicamente agresivos.



Coliseo Romano : Una obra formidable y eterna, con Cal y Puzolana

Conclusión

La naturaleza y los procesos industriales actuales nos proporcionan energía almacenada en materiales que podríamos aprovechar en el mundo de los conglomerantes hidráulicos y que por tratarse de desechos, representa una oportunidad económica, una alternativa técnica y una actividad ecológica.