



Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: evidaud@mail.imcyc.com



ADICIONES

Concreto con alto volumen de ceniza volante (Parte II)

E L EMPLEO DE LA Ceniza Volante (FA por sus siglas en inglés) en Concretos de Alto Desempeño (CAD) ha sido tratado por diferentes autores.

Igualmente se conoce que todas las FA no tienen las mismas propiedades, dependiendo de las características de la fuente de origen y del momento en que se obtienen; pues muchas veces al obtenerla de una misma fuente, pero en momentos diferentes pueden variarse las propiedades de esta adición mineral. Esta razón limita, como es lógico, la aplicación de resultados disponibles de FA de un contexto a otro; por lo que es importante estudiar el efecto de contenidos diferentes de FA con diversas propiedades, en las distintas calidades de concreto.

La ceniza volante comúnmente se utiliza en concreto como puzolana. Las puzolanas son materiales silíceos o silíceo-aluminosos, que finamente molidos y en presencia de agua, reaccionan con el hidróxido de calcio a temperatura normal, produciendo compuestos cementicios. La forma esférica y la distribución del tamaño de las partículas de FA mejoran la fluidez, reduciendo la demanda de agua en la mezcla y contribuyendo al aumento de la resistencia del concreto a largo plazo.

El empleo de FA en concretos de alta resistencia y alto desempeño ha sido muy estudiado. Naik y otros colaboradores publicaron en 1989 el resultado del aumento de resistencia del concreto de un 23 % y un 38 % a los 28 y 56 días respectivamente; con una sustitución del 40 % de cemento por FA. También Raju y colaboradores en 1994 expusieron el logro de una resistencia característica de 45 MPa a los 28 días con una relación agua-cemento (a/c) de 0.4, utilizando el mismo reemplazo del 40 % de cemento por FA.

A partir de ahí, los beneficios de la incorporación de FA en el concreto se han demostrado en un sinnúmero de proyectos de construcción de carreteras y puentes; variando según el tipo de FA, la proporción utilizada

y otros componentes de la mezcla, el procedimiento de mezclado, y las condiciones de vertido. La Asociación Americana del Carbón declaró en 1995 algunos de los beneficios del empleo del FA en el concreto, entre los que pueden citarse: mayor resistencia a la compresión; mejoría en la trabajabilidad; reducción del sangrado, del calor de hidratación y de la permeabilidad; incremento de la resistencia ante el ataque de sulfatos; reducción de costos; reducción de la contracción y aumento de la durabilidad.

La dosificación del FA en el concreto para fines comerciales suele limitarse a una magnitud de entre 15 y 20% por masa de material cementante total; sin embargo, este pequeño porcentaje es beneficioso para lograr una adecuada trabajabilidad y economía; pero no mejora la durabilidad de forma considerable.

Respalda la literatura que para mejorar la durabilidad del concreto se necesita mayor cantidad de FA, mayor al 25%; tal concreto es el denominado Concreto con Alto Volumen de FA (HVFC). Malhotra en 1999 aseguró que, a partir de consideraciones teóricas y de la experiencia práctica, pueden lograrse mezclas sustentables de CAD con un reemplazo del 50% o más del cemento por FA. Estas mezclas resultan en una mayor trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad.

Sin embargo, para lograr estas propiedades en los HVFC es necesario el uso de aditivos superplastificantes (agentes reductores de agua). Con estos aditivos, los concretos con relaciones a/c tan bajas como 0.2, podrían ser mezclas trabajables que lograrían tener más de 80 MPa a los 28 días de resistencia a la compresión.

Estudios similares fueron desarrollados por Raju en 1991, y Bhanumathidas y Kalidas en 2002. Estos últimos se centraron en la incorporación de materiales cementantes complementarios como FA, escorias, humo de sílice y cáscara de arroz a la mezcla de concreto. **C**

REFERENCIAS:

Aggarwal V., Gupta S. M., Sachdeva S. N., "CONCRETE DURABILITY. Through High Volume Fly Ash Concrete (HVFC) A Literature review", Revista Internacional de Ciencias de la Ingeniería y la Tecnología, Vol. 2 (9), 2010, 4473-4477.



CONSTRUCCIONES ANTIGUAS

Teorías acerca de las construcciones de los Incas

EN EL VALLE SAGRADO del sitio de Ollantaytambo permanecen muchos bloques de ryolita sin terminar. Fueron recolectadas de avalanchas de rocas a 2.17 millas de distancia, a través del río Urubamba. ¿Cómo estas enormes piedras pudieron ser extraídas, transportadas, acabadas y colocadas en el lugar? La falta de información histórica escrita nos obliga a descubrirlo haciendo uso de la observación, la comparación y la experimentación.

Los incas no extraían las rocas de canteras como hoy se hace; sino que buscaban desprendimientos de estos bloques de piedra que se adaptasen a sus propósitos. A menudo, los bloques en bruto se fueron formando parcialmente en la cantera o durante su transportación. La colocación final y el acabado de las piedras se hacía ya en el sitio de trabajo.

Este trabajo con las piedras en bruto se logró mediante dos técnicas principales. En la base de la rampa que conduce al Templo del Sol en Ollantaytambo se encuentran varios edificios abandonados; en uno de los cuales pueden verse pequeños agujeros hechos en un sendero natural en el que se vieron obligados a ubicar las cuñas para fraccionar las piedras.

El otro método para trabajar las piedras era simplemente tallar una franja alrededor de la piedra hasta que la parte no deseada se desprendiera. Este método funcionaba para cualquier área de la piedra y no necesariamente se basaba en una fisura natural.

El transporte de los grandes bloques en Ollantaytambo se realizaba desde la zona de extracción, lo que hacían arrastrándolos por el suelo del valle, sobre el río Urubamba, y hasta el lugar del Templo.

Como se mencionó anteriormente, hoy existen varias piedras grandes situadas en la base de una gran rampa que conduce al templo, que se les denomina "piedras cansadas". Según puede evidenciarse de otras piedras que han quedado en el campo, estos

bloques fueron arrastrados sobre una cama preparada de adoquines. Vincent Lee, arquitecto, arqueólogo y explorador especialista en el tema, tiene algunas hipótesis acerca del método con el que los incas conseguían trasladarlos por la empinada rampa, y llevarlos al sitio.

La preparación y configuración de las piedras para las famosas construcciones Incas no se conocen de la historia escrita con exactitud. Ninguno de los métodos de los albañiles de entonces, ha sobrevivido hasta nuestros días y por ello se han propuesto muchas teorías.

La teoría mejor aceptada sobre cómo los Incas daban acabado a las piedras era mediante la utilización de otras piedras como martillo hasta darles forma. Grandes martillos de piedra eran utilizados para simular rugosidad en los bloques, así como piedras pequeñas para terminar y suavizar los bloques. Ensayos de prueba han demostrado que este es un método viable para la reproducción de la obra de los albañiles Incas.

La configuración de los bloques presenta un problema obvio. Las piedras son enormes y muchas pesan varias toneladas. El traslado y montaje debía ser entonces un proceso eficiente y sencillo. Existen muchas teorías acerca de cómo esto se llevó a cabo. Nuevamente Vincent Lee ha propuesto una solución razonable que no se basa en intervenciones alienígenas espaciales.

Lee propuso un proceso que no está lejos de ser el método utilizado por los leñadores para construir sus cabañas de madera. Esencialmente una piedra debía ser maniobrada en el lugar por encima de la colocación prevista. Luego, la piedra podía ser descrita con la forma exacta de colocación y rebajada en el sitio. El Arq. Lee ha desarrollado un método para sostener las piedras en su lugar por encima de su ubicación final; sus ideas parecen funcionar bien al haber descubierto pequeñas protuberancias y concavidades en la base de muchas piedras. **C**

REFERENCIAS:

http://www.webpages.uidaho.edu/arch499/nonwest/inca/construction_theories.htm, "Inca Architecture. Construction Theories", visita 26 Agosto, 2013.



NOVEDADES EN CONCRETO

Sustitución de puentes por deslizamiento de una estructura previamente prefabricada

EL DEPARTAMENTO de Transporte de Michigan en los Estados Unidos (MDOT) está probando una nueva forma de reemplazar puentes existentes sin causar retrasos en el tráfico durante la construcción de nuevas estructuras; se trata del reemplazamiento de la estructura de un puente construido, por una nueva estructura construida a su lado, que posteriormente se coloca en su posición de proyecto mediante un simple deslizamiento.

El método de "slide bridge" o "puente deslizado" se realizará durante éste año en un puente sobre una carretera Interestatal de Lowell, en los Estados Unidos. El viaducto estará fuera de servicio durante mucho menos tiempo, que el comúnmente utilizado cuando se usan técnicas convencionales; la nueva estructura se construirá en el lado oeste de la carretera necesitándose de una subestructura temporal durante la construcción. Luego de que el puente antiguo haya sido completamente demolido y la nueva subestructura permanente se haya construido, entonces la superestructura será deslizada a su lugar de proyecto.

Básicamente, se trata de "construir el nuevo puente junto al ya existente y luego demoler el viejo" dijo un portavoz de MDOT. También señaló, "es como si el nuevo puente se construyera sobre patines". Como antes se comentó, el propósito fundamental es reducir considerablemente el tiempo en que el puente permanecerá fuera de servicio, con una evidente reducción de la afectación al tráfico. De acuerdo a esto el puente original seguirá en operación mientras el nuevo se construye,

prácticamente hasta antes de que este sea deslizado a la posición de proyecto.

En el caso del proyecto de referencia, la estructura existente tiene 4 claros, pero se tiene la intención de ampliarla unos 10 metros para dar cabida a dos carriles adicionales, que serán carriles para giro a la izquierda, esencialmente.

La idea provoca incertidumbre en el equipo de especialistas involucrados; es novedosa y prometedora en sus beneficios, considerando el bajo impacto que la construcción significará para el tránsito por el puente.

"La razón por la que estamos arrastrando el puente es básicamente debido a los grandes impactos que se logran con el intercambio", dijo el portavoz de MDOT. "Nos hemos dado cuenta de que si tuviéramos que construirlo y demoler el puente existente, no habría viabilidad que puedan utilizarse como alternativa". Es un proyecto con el que se prevé reducir al mínimo todo tipo de inconvenientes e impacto negativo en el tráfico.

Este año MDOT también proyecta un puente empleando "slide bridge" para reemplazar el puente 131 sobre Mile Road 3 en el Condado de Mecosta, al norte de Howard City. Por otra parte, funcionarios de transporte de Kentucky utilizaron esta misma técnica en el año 2013, en la sustitución de la estructura de un puente sobre el río Ohio, que conecta Milton (Kentucky) y Madison (Indiana) en Nevada. También fue utilizado en el año 2012 sobre la Interestatal 15 en Mesquite, entre Las Vegas y Salt Lake City, y en Iowa en el puente de Massena en la carretera 92 en el condado de Cass County. **C**



REFERENCIAS:

Adaptado de: "How MDOT will use dish soap to help replace I-96, U.S. 131 bridges". Febrero 2014.

http://www.mlive.com/news/grand-rapids/index.ssf/2014/01/how_mdot_will_use_dish_soap_to.html.

"Michigan using 'bridge slide' for overpass project". Febrero 2014.

<http://finance.commerce.com/2014/01/michigan-using-bridge-slide-for-overpass-project/#ixzz2zREDAbvc>
"MDOT discusses bridge slide method at last Lowell Township public meeting". Febrero 2014. Mayo 2014.

<http://lowellbuyersguide.com/mdot-discusses-bridge-slide-method-at-last-lowell-township-public-meeting-p1623-1.htm>



ADITIVOS

Aditivos químicos para mezcla semiseca de concreto prefabricado (Parte I)

NO CABE DUDA que el desarrollo de la tecnología del concreto y de los aditivos químicos, ha permitido un avance considerable a nivel mundial en la industria de los prefabricados elaborados a base de mezclas semisecas.

Al igual que en el resto de la industria del concreto, los aditivos químicos juegan un papel fundamental en la tecnología y producción del concreto semiseco. Los aditivos especialmente desarrollados para la elaboración de las mezclas de consistencia semiseca usada en prefabricados, mejoran diferentes aspectos muy importantes tanto para el productor como para el usuario final, resultando en una mejor calidad y en una producción más económica.

Se presenta en este escrito el efecto de aditivos especialmente desarrollados para estas mezclas empleadas en prefabricados, mostrando su influencia en los parámetros más importantes; tanto para el productor como para el usuario final. El propósito fundamental se radica en mostrar evidencias de que con los aditivos se logra un gran número de mejoras en la producción de los elementos; resultando en una mejor calidad y en una producción más económica.

El concreto semiseco, como su nombre lo indica, se caracteriza por tener una consistencia muy seca, sin valor de revenimiento en el cono de Abrams; se fabrica con agregado fino de tamaño máximo entre 8 y 10 mm, y un bajo contenido de pasta de cemento. Entre otras de las características generales del concreto semiseco pueden citarse: aspecto granular, requerimientos de compactación intensa, y sensibilidad a la deshidratación.

Es un material utilizado en la manufactura de productos de concreto asociados con un desmolde instantáneo, es decir, el concreto semiseco debe tener la capacidad para mantener su forma y dimensiones sin estar en su molde, inmediatamente después de aplicada la compactación.

Se utiliza para fabricar diversos tipos de elementos prefabricados, entre ellos: adoquines para pavimentos, bloques para edificaciones, tuberías y cámaras de alcantarillado, tejas para cubiertas, jardineras, soleras, entre otros. Particularidades de este tipo de productos son: la compactación por vibro-compresión, la facilidad de desmolde, el mantener su forma una vez compactado, la presencia frecuente de eflorescencia, la variación en intensidad de color y la durabilidad a largo plazo.

La calidad del producto manufacturado con concreto semiseco es influenciada por diferentes factores propios de esta tecnología; tanto el proceso de producción como el manejo de la tecnología del concreto juegan un papel preponderante en el resultado final. Los materiales están sujetos a variaciones, lo cual lleva a mayores costos por rechazos o productos de segunda clase, además de que una mezcla ineficiente lleva a un consumo innecesario de cemento así como a grandes márgenes de seguridad. Asimismo, una calidad insuficiente se traduce en reclamos de los clientes.

Los principales factores que afectan la calidad son: la tecnología de producción, la tecnología del concreto, la densidad de la mezcla, el tiempo de compactación, la eflorescencia y los factores que afectan el color.

Respecto a los factores que afectan el color se pueden referir entre otros: la relación agua-cemento, que cuanto mayor sea más claro es el tono resultante; el tipo de cemento (la mezcla adquiere la tonalidad según el tono del cemento), la temperatura de almacenamiento, al respecto considera la literatura especializada que es más claro en verano. Otros posibles factores son los aditivos especiales, que suelen resaltar el color, el contenido de cemento y la textura de la superficie; en general a mayor contenido de cemento, más pigmentación para igual porcentaje de pigmento y en lo que respecta a la textura, se refiere que esta afecta la reflexión de la luz. **C**

REFERENCIAS:

De la Peña B., "Aditivos químicos para concreto de prefabricados de mezcla semiseca", publicado en XV Jornadas Chilenas del Hormigón, Octubre del 2005.