



Oscar Daniel  
González Amante  
Profesor IMCYC

## ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA PARA CONCRETO, ADICIONES MINERALES Y NO MINERALES EN EL CONCRETO

Indudablemente estamos en una etapa en donde los aportes científicos y tecnológicos crecen de manera exponencial, en la que las barreras geográficas parecen existir únicamente en los mapas, ya que hoy tenemos la posibilidad de comunicarnos en tiempo real en casi cualquier parte del mundo y con acceso a un universo importante de información en todos los ámbitos del conocimiento.


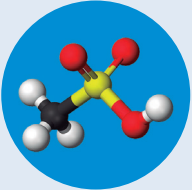
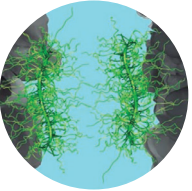
La tecnología del concreto (TC) no es la excepción, pero al mismo tiempo tenemos que decir que las soluciones creadas también han reducido su vigencia y validez; existen nuevos problemas para los cuales se requieren y requerirán nuevas soluciones.

En este texto, abordamos de manera muy general parte del desarrollo en cuanto a aditivos, adiciones minerales y no minerales para el concreto.

### ADITIVOS PARA CONCRETO

Una parte importante del desarrollo de la TC, son los aditivos para concreto que como es conocido se encuentran clasificados, con base en los beneficios que ofrecen tanto en estado plástico, como en estado endurecido, entre ellos podemos destacar: reducción en el consumo de agua, modificación de la velocidad de hidratación de las partículas de cemento, incremento en el desarrollo de las resistencias mecánicas y de la durabilidad, etc. Contamos con normas establecidas, que describen sus características y procedimientos específicos detallados para su evaluación (ASTM C 494, ASTM C 1017).



BASE QUÍMICA DEL DISPERSANTE	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Lignosulfonatos (1ª generación) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elaboración de aditivos con reducciones de agua del 5 al 10%</li> <li>-Existen diferentes sales, las más comúnmente empleadas son de Ca y Na.</li> <li>- Se cuenta con materiales sometidos a procesos de filtración, para reducción en el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Formulación de aditivos relativamente económicos</li> <li>-Compatibilidad con la mayoría de las bases aquí mencionadas</li> </ul>	
Polinaftalen sulfonatos y Melaminas (2ª generación) 	Elaboración de reductores de agua de alto rango (mínimo 12%).	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dispersión inicial buena.</li> <li>-A dosis controladas, casi no generan inclusión de aire ni retardos considerables de fraguado.</li> <li>-Las melaminas, tienen buena compatibilidad con todas las demás bases químicas, únicamente, no así las melaminas.</li> <li>-Robustos ante el contenido de arcillas en los agregados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Perdida rápida del poder de dispersión,</li> <li>-Sensibles al contenido de álcalis de los cementos.</li> <li>-(Changwen, 2010), menciona el incremento en el potencial de contracción en el concreto.</li> <li>-Algunos polinaftalensulfonatos han presentado incompatibilidad con policarboxilatos</li> </ul>
Policarboxilatos 	Aditivos con reducciones de agua hasta del 40 o 45% .	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Poco o nulo efecto en el retardo de fraguado</li> <li>-Excelentes para elaboración de concretos de muy baja relación agua/ ligante.</li> <li>-Existen moléculas con alto poder de dispersión y moléculas diseñadas para retención de la consistencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Requieren un control y formulación adecuada para evitar problemas de inclusión de aire.</li> <li>-Alta sensibilidad e incompatibilidad con agregados que contengan arcillas reactivas.</li> </ul>

En lo que respecta a la formulación de los dispersantes para las partículas de cemento, de manera general podemos decir que comenzaron su desarrollo en el siglo pasado (primera generación); con un desarrollo importante en la segunda mitad de esa misma época ( 2ª y 3a generación) y que han mejorado de manera considerable a principios de éste siglo en los dispersantes comúnmente denominados policarboxilatos, de los cuales existe una amplia variedad hoy en el mercado.

# ADITIVOS ES

Para una nueva era  
nuevas Soluciones

**Prueba el cambio**

e<sup>5</sup> Soluciones en:

Aditivos para el concreto

Productos para pisos  
industriales

Asesorías técnicas

Integración vertical

Private label



**ELEMENTS**  
QUÍMICA APLICADA

Tel. 01 55 4627 1608  
www.element5.mx

Pafnuncio Padilla No. 26  
Ciudad Satélite, Estado de México



La selección del mejor aditivo a emplear, pareciera una utopía, si decimos que el mejor aditivo será el que mejor se adapte a la especificidad del concreto a elaborar y las características de desempeño que se buscan. En otras palabras, para la elaboración de algunos concretos, será más que suficiente el manejo de aditivos de primera generación, para algunos otros, concretos la sinergia de diferentes bases podrá ser la mejor opción, y para otros como por ejemplo, concretos de alta resistencia, tendrán que elaborarse con los de última generación. Siempre en la búsqueda del mejor desempeño y beneficio-costeo.

La realidad es que es necesario mencionar que hay otras variables que juegan un papel importantísimo en el desempeño de los aditivos como son: tipo de cemento, planta de procedencia, tipo de agregados, origen, variación de condiciones ambientales y de obra, orden de adición de los aditivos, etc. Son factores o información que hay que tomar en consideración para hacer una correcta selección de los aditivos.

En el caso de estudios más detallados que contemplan el diseño de experimentos para efectos de optimización y predicción, existen algunas técnicas que han sido evaluadas de manera satisfactoria y con correlaciones aceptables para el caso del concreto auto-consolidable, el denominado CEM (concrete equivalent mortar) (Schwartzentruber, 2000). Algunos de los beneficios es que contempla en la evaluación, la interacción de los aditivos con el cemento, adiciones y materiales que pasan la malla no. 8, se disminuye el tamaño de muestra, se puede aumentar el número de pruebas; los mejores resultados se pueden reproducir ya en concreto para su validación.

## ADICIONES MINERALES Y NO MINERALES

Las adiciones minerales y no minerales han tenido un desarrollo importante, ya que algunas poseen actividad hidráulica y otras no, pero mejoran algunas de las propiedades de los sistemas a base de cemento portland. Son conocidos ya los beneficios de algunas de ellas como la escoria



granulada de alto horno, el humo de sílice, la ceniza volante etc., pero en algunas regiones, no se cuenta con su disponibilidad y en otras su transporte lo hace no viable económicamente. A continuación mencionamos brevemente el uso de algunas otras adiciones:

### • Metakaolin

El metakaolín que se compone de una arcilla mineral que se calcina a temperaturas entre 650 a 800 °C aproximadamente y con una alta finura, ha sido estudiado como un material con propiedades puzolánicas (Perea, 2001). Además su empleo como adición en la elaboración de concretos y morteros presenta mejoras en: la facilidad de trabajo de las mezclas, mejora de la microestructura y resistencias a ciertas dosificaciones controladas, reducción en el tiempo de fraguado, reducción de la contracción autógena y permeabilidad, mayor durabilidad (Melo, 2010).

En el sector de elaboración de elementos prefabricados han sido empleados, muy importante establecer los porcentajes de adición con los materiales a evaluar, conocer el tamaño de distribución de partículas, ya que puede influir de manera importante en la demanda de los aditivos, también la dosificación para establecer las cantidades adecuadas.

### • Nanosilica

Recientemente la tecnología de partículas a escala nano (10<sup>-9</sup> m) ha tomado un interés relevante. Existen avances y estudios en sistemas base cemento con nanopartículas de sílice (Nano-SiO<sub>2</sub>) (NS) (Singh, et al 2013). La NS ha mostrado acelerar las reacciones del C3S en sistemas de cemento con ceniza debido a



su alta como resultado de la alta reactividad superficial de las nanopartículas. La adición de NS al 10%, con agentes dispersantes han mostrado incrementos de la resistencias a la compresión en morteros a 28 días en un 26% comparado con un incremento del 10% con el uso del 15 % de microsilica (Li, 2004). Algunos autores difieren en los porcentajes adecuados, algunos mencionan que entre el 1 al 5% con respecto al peso del cemento, ya que cantidades superiores provocan aglomeraciones debido a la dificultad para su dispersión (Qing,2007).

#### • Carbonatos de calcio ultrafinos

Hay en el mercado partículas de carbonato de calcio ultra-fino, que mejoran las propiedades reológicas de los concretos de alto desempeño, la densidad de empaquetamiento, acabado en elementos prefabricados, etc.

#### • Bióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) como agente catalítico en pavimentos

Existen estudios de las propiedades fotocatalíticas del dióxido de titanio. Esta tecnología es especialmente prometedora en ciudades que tienen un aumento en los volúmenes de tráfico (Heather et al, 2011). La investigación ha demostrado que un revestimiento delgado de en la superficie TiO<sub>2</sub>, reduce una porción significativa de contaminantes de NO (óxidos de nitrógeno). "Otras Investigaciones de la Eindhoven University of Technology (EUT), revelan que el 45% de los óxidos de nitrógeno pueden ser reducidos mediante la elaboración de mezclas en combinación con este material" (Tiffany, 2010).

Las adiciones mencionadas tienen aplicaciones específicas, y no hay que dejar de

lado el cumplimiento del requerimiento técnico-económico.

La innovación jugará un papel determinante en el futuro inmediato en la TC. La integración de equipos inter-multidisciplinarios (empresas constructoras, cementeras, concretas, de aditivos, especialistas etc.) ayudará a la detección de problemáticas que podrán ser abordadas de una manera holística y resueltas con mayor eficiencia. **C**

#### REFERENCIAS:

- Da Silva, P.R., and J. de Brito. "Experimental study of the porosity and microstructure of self-compacting concrete (SCC) with binary and ternary mixes of fly ash and limestone filler." *Construction and Building Materials* 1 July 2015: 101+.
- Dylla, H., Hassan, M. M., Schmitt, M., Rupnow, T., & Mohammad, L. N. (2011). Laboratory Investigation of the Effect of Mixed Nitrogen Dioxide and Nitrogen Oxide Gases on Titanium Dioxide Photocatalytic Efficiency in Concrete Pavements. *Journal Of Materials In Civil Engineering*, 23(7), 1087-1093. doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000248
- El Hameed, M., Fattouh Abd, Ghazy, M. F., & Elaty, M. A. A. (2016). Cement mortar with nanosilica: Experiments with mixture design method. *ACI Materials Journal*, 113(1), 43-53
- Erdem, K. H. Khayat, A. Yaia Correling rheology of self-consolidating concrete to corresponding concrete-equivalent mortar, *Mareials Journal*, 2009.
- Gesoglu, M., Guneyisi, E., Asaad, D. S., & Muhyaddin, G. F. (2016, January 15). Properties of low binder ultra-high performance cementitious composites: comparison of nanosilica and microsilica. *Construction and Building Materials*, 103, 706+.
- Li, H.; Xiao, H.-G.; Yuan, J.; and Ou, J., "Microstructure of Cement Mortar with Nanoparticles," *Composites. Part B, Engineering*, V. 35, No. 2, 2004, pp. 185-189. doi: 10.1016/S1359-8368(03)00052-0
- Melo, K. A., & Carneiro, A. M. P. (2010, August). Effect of Metakaolin's finesses and content in self-consolidating concrete. *Construction and Building Materials*, 24(8), 1529+
- Miao, C., Ran, Q., Liu, J., Mao, Y., Shang, Y., & Sha, J. (2011). New generation amphoteric comb-like copolymer superplasticizer and its properties. *Polymers and Polymer Composites*, 19(1), 1+
- Pereira, P., Evangelista, L., & de Brito, J. (2012, March). The effect of superplasticisers on the workability and compressive strength of concrete made with fine recycled concrete aggregates. *Construction and Building Materials*, 28(1), 722
- Pera Jean. Metakaolin and calcined clays--guest editorial. *Cem Concr Compos* 2001;23(6).
- Rojas Moises Frias, Cabrera Joseph. The effect of temperature on the hydration rate and stability of the hydration phases of Metakaolin--lime--water systems. *Cem Concr Res* 2002;32(1):133-8.
- Qing, Y.; Zenan, Z.; Deyu, K.; and Rongshen, C., "Influence of Nano-SiO<sub>2</sub> Addition on Properties of Hardened Cement Paste as Compared with Silica Fume," *Construction and Building Materials*, V. 21, No. 3, 2007, pp. 539-545. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2005.09.001
- Singh, L. P.; Karade, S. R.; Bhattacharyya, S. K.; Yousuf, M. M.; and Ahalawat, S., "Beneficial Role of Nanosilica in Cement Based Materials--A Review," *Construction and Building Materials*, V. 47, 2013, pp. 1069-1077. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2013.05.052]
- Schwartzentruber, A.; Catherine, C. Method of the concrete equivalent mortar (CEM)-A new tool to design concrete containing admixture, *J. Materials and structures*, Oct. 2000. [6] T.K.