

# Detección de la reactividad álcali-sílice en concretos deteriorados

> M.I. José Antonio Pérez Sánchez<sup>1</sup>, Dra. Cecilia Olague Caballero<sup>1</sup>, Dr. Gustavo Olague Caballero<sup>2</sup>, Dr. Eddie Clemente Torres<sup>2</sup>, Dr. Gilberto Wenglas Lara<sup>1</sup>, Dr. José Castañeda Avila<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UACH

<sup>2</sup> Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada FINGUACH Año 5, Núm. 17, septiembre - noviembre 2018



El concreto hidráulico es un material compuesto usado con frecuencia en la construcción de infraestructura de transporte, mismo que está expuesto a diferentes factores que pueden alterar su vida útil. La reacción Álcali-Agregado (AAR, por sus siglas en inglés) es sólo uno de esos factores que pueden ser total o parcialmente responsables del deterioro y pérdida prematura del nivel de servicio de estructuras de concreto. Actualmente se reconocen dos tipos de AAR que dependen de la naturaleza del material reactivo: reacción álcali carbonato, que involucra ciertos tipos de rocas dolomíticas y reacción álcali sílice que involucra varios tipos de minerales silíceos ( $\text{SiO}_2$ ) esta última la de mayor presencia detectada a la fecha (FHWA-HIF-12-022, 2011).

La Reacción Álcali – Sílice (ASR, también por sus siglas en inglés) es una reacción química en el concreto entre iones hidróxilos ( $\text{OH}^-$ ) de los álcalis (Na y K) del cemento hidráulico y ciertas rocas silíceas y minerales, tales como ópalo, calcedonia, cuarzo microcristalino y vidrios de rocas volcánicas presentes en algunos agregados. La ASR es la de mayor presencia en todo el mundo. Esta reacción y el producto de la misma, gel álcali – silíceo, puede bajo ciertas circunstancias producir expansión y fracturamiento del concreto (FHWA-HIF-13-019, 2013).

En la actualidad la detección de la ASR y su potencial se hace mediante diferentes pruebas en campo y laboratorio, las cuales en su mayoría se basan en inspecciones visuales que proporcionan información sobre el estado de la estructura, sin embargo, la calidad de esta información depende sobre todo de la práctica y experiencia del observador. En comparación, pocos métodos han sido desarrollados basados en técnicas computacionales tales como el manejo digital de imágenes.

Trabajos relacionados con el manejo digital de imágenes incluyen los realizados por D. García del Amo y B. Calvo Pérez (2001) en los cuales se identifica la presencia de la ASR a



través de un índice de reacción del cuarzo (QRI, por sus siglas en inglés). Este estudio demostró que a menor tamaño de los granos de cuarzo se tiene una mayor superficie específica para la reacción, lo que incrementa la magnitud de la ASR. No obstante, el análisis de otras partículas diferentes al cuarzo no es considerado. Otra investigación fue desarrollada por Nélia Castro y Borge J. Wigum (2012) quienes usaron petrografía por medio de imágenes digitales para valorar cuantitativamente la microestructura de agregados para concreto para demostrar cómo la petrografía de imágenes digitales puede ser usada para superar algunas limitaciones del método petrográfico tradicional. Otro trabajo es el realizado por Stástaná *et al.* (2012) en el cual se combinan varias técnicas microscópicas con análisis de imágenes para determinar tanto la composición del concreto y su degradación debido a la ASR como las características petrográficas de los agregados, sin embargo, solo centra su atención en la identificación de agregados compuestos por diferentes tipos de cuarzo.

Aunque no requiere del uso de técnicas computacionales relacionadas con el manejo digital de imágenes, una de las pruebas a las que se recurre con frecuencia por ser rápida y útil es la descrita por la AASHTO (2000) que ayuda a detectar la presencia de gel producto de la ASR en el concreto. Consiste en cubrir una superficie de concreto recién expuesta con una solución de acetato de uranilo seguido de observación bajo luz ultravioleta. Los iones de uranilo reemplazan los iones de álcali contenidos en el gel convirtiéndose en visibles como áreas fluorescentes y brillantes bajo iluminación ultravioleta. Sin embargo, el problema de esta prueba es que estas áreas no necesariamente indican la presencia del producto de la reacción ya que pudieran deberse a la carbonatación del concreto.

Por lo antes expuesto, es necesario desarrollar métodos y técnicas más ágiles y precisas que permitan valorar en forma acertada la presencia de la reacción estudiada, así como la magnitud del daño interno en los elementos de concreto analizados incluyendo la presencia de agregados compuestos por cualquier componente reactivo.

## Referencias

- Stark, D., Handbook for the Identification of Alkali-Silica Reactivity in Highway Structures (1991), SHRP-C-315, Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, D. C.,
- ACI 221.1R-98 (1998). State-of-the-Art Report on Alkali-Aggregate Reactivity.
- Alkali – Silica Reactivity Field Investigation Handbook (2011), Report No. FHWA-HIF-12-022
- Alkali-Aggregate Reactivity (AAR) Facts Book (2013), Report No. FHWA-HIF-13-019
- D. García del Amo, B. Calvo Pérez (2001). Diagnosis of the Alkali-silica reactivity potential by means of digital image analysis of aggregate thin sections, 2001, *Cement and Concrete Research*, 1449 - 1454
- Nélia Castro, Borge J. Wigum (2012). Assessment of the potential alkali-reactivity of aggregates for concrete by image analysis petrography, *Cement and Concrete Research*, 1635 - 1644
- A. Stástaná, S. Sachlová, Z. Pertold, R. Prikryl, J. LEichmann (2012). Cathodoluminescence microscopy and petrographic image analysis of aggregates in concrete pavements affected by alkali-silica reaction, *Materials Characterization*, 115 - 125
- AASHTO T 299-93 (2000). Rapid Identification of Alkali-Silica Reaction Products in Concrete. Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part 2 – Tests. American Association of State Highway and Transportation Materials, T299-1 – T299-6
- R. Desimone, J. Duncan (1995). Neural mechanisms of selective visual attention, *Annual Reviews* 18. 193 – 222
- ASTM C42/C 42M – (2004) Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete, Annual Book of ASTM Standards, *Section Four Construction*, Volume 04.02 Concrete and Aggregates, 31 - 36
- Treisman AM, Gelade G. (1980) A feature-integration theory of attention. *Cogn Psychol*; 12(1): 97-136.
- León Dozal, Gustavo Olague, Eddie Clemente, Daniel E. Hernández (2014). Brain Programming for the Evolution of an Artificial Dorsal Stream; *Cogn Comput*,
- Eddie Clemente, Francisco Chavez, Francisco Fernández de la Vega, Gustavo Olague (2014) Self-Adjusting Focus of Attention in Combination with a Genetic Fuzzy System for Improving a Laser Environment Control Device System
- Walther D, Koch C. Modeling attention to salient proto-objects (2006). *Neural Netw.*; 19(9): 1395 – 407
- ASTM C 856 – 04 Standard Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete, Annual Book of ASTM Standards, *Section Four Construction*, Volume 04.02 Concrete and Aggregates, 438 - 454