

Investigación a

NANOESCALA

sobre materiales cementantes

[KAREN SCRIVENER*

Este artículo describe la creación del Nanocem, una asociación industrial y académica para la investigación fundamental sobre materiales cementantes compuesta por 21 socios académicos y 11 socios industriales de igual número de países europeos. Su visión es la de formar un ambiente integrado de investigación y educación para generar y difundir el conocimiento básico sobre los fenómenos a nano y microescala, que gobiernan el comportamiento macroscópico de los materiales cementantes.



El consorcio Nanocem ha surgido como consecuencia de que los socios industriales se dieron cuenta cada vez más de que los desarrollos actuales en el mercado son de mayor dimensión y se convertirán en asintóticos si no hay un mejoramiento en la comprensión de los mecanismos fundamentales a micro y nano escala, que gobiernan el comportamiento macroscópico. Ninguna compañía por sí sola puede financiar la investigación necesaria para proporcionar esto. Por el lado académico, existe la apreciación de que es necesario integrar diferentes métodos de caracterización en un enfoque común, aplicados a los mismos materiales, y de que ningún grupo de investigación puede reunir la masa crítica de equipo y de experiencia requeridos.

Los miembros del Nanocem, colectivamente, tienen acceso a una amplia gama de equipo tecnológicamente avanzado para el estudio de los materiales cementantes, incluyendo el microscopio electrónico, la espectroscopia de resonancia magnética, el microscopio de fuerza atómica, las técnicas de rayos de iones enfocados o la tomografía del sincrotrón, etc. Las figuras ilustran algunos de los resultados posibles con estas técnicas; la primera muestra la estructura tridimensional de poros de una pasta de cemento a una edad de tres días, obtenida por la tomografía de rayos X de un sincrotrón, por el grupo de investigación de EPFL, en Suiza, y la figura 2 exhibe la estructura atómica de un C-S-H, obtenida en imagen por la Microscopía de Fuerza Atómica, del grupo en la Universidad de Bourgogne, en Francia.

CONTRIBUCIONES

En conjunto, los socios industriales proporcionaron un nuevo financiamiento para



costear la investigación conjunta de los socios académicos y ayudaron a integrar su trabajo de investigación independiente. Los académicos comparten con la red al menos uno de sus proyectos de investigación, al margen de contar con financiamiento y buscan desarrollar sus portafolios de investigación de una manera sinérgica y complementaria.

El diálogo constructivo entre los sectores industriales y académicos se ve favorecido por talleres enfocados a establecer las lagunas importantes existentes en nuestro conocimiento y proyectos de investigación conjunta, para llenar estas lagunas. El comité directivo consiste de cinco representantes de los socios industriales y cinco de los académicos. Las reuniones plenarios del consorcio tienen lugar dos veces al año.

PROYECTOS

Actualmente, el programa de investigación de la red consiste en tres proyectos centrales y 21 de socios. Los proyectos de los socios de la red varían desde lo más fundamental, tal como el de la Universidad de Bourgogne sobre el “Efecto de los iones sobre la cohesión y la estructura del C-S-H a nanoescala”, hasta la aplicada, tal como la del Instituto Tecnológico danés para entender los mecanismos que gobiernan la “Apariencia estética del concreto”, sobre la vida de un edificio o estructura. Los temas escogidos para estos primeros proyectos-núcleo ilustran la necesidad de la investigación básica, que pueden contar con un amplio rango de aplicaciones.

PROYECTO CENTRAL 1- ENSAMBLES HIDRATADOS QUE CONTIENEN C-S-H

Este proyecto tiene como propósito definir los ensambles en la fase hidratada que ocurren en los sistemas hidratados en base de cemento Portland, incluyendo materiales cementantes suplementarios (SCNs), y rellenos, como escoria, cenizas volantes, puzolanas naturales o piedras calizas, en temperaturas que varían de 0-50°C. Esto permitirá a la microestructura y a las porosidades de los cementos hidratados complejos que sean pronosticados como una función del grado de reacción, y así facilitará el diseño de cementos combinados, y el modelado de sus propiedades mecánicas y estabilidad química. Este proyecto, en el nivel de doctorado, será realizado en conjunto por la Universidad de Aberdeen, del Reino Unido (F. Glasser), y EMPA, en Suiza (B. Lothenbach).

PROYECTO CENTRAL 2- ESTRUCTURA DE POROS POR NMR

El objetivo de este proyecto consiste en redefinir un conjunto amplio de técnicas instrumentales tecnológicamente avanzadas, no destructivas ni hostiles, capaces de analizar a plenitud la estructura de poros de los cementos hidratados, el grado

de relleno de los poros con agua y la movilidad del agua en el material, parcialmente saturado. Los resultados permitirán la mejor predicción de la durabilidad y el rendimiento de los cementos. El estudio reúne a dos de los grupos líderes en el área de la resonancia magnética nuclear de protones (NMR) –la Universidad de Surrey, del Reino Unido (P. McDonald) y la Escuela Politécnica, de Francia (J – P. Korb).

PROYECTO CENTRAL 3- INTERACCIONES ÓRGANO- ALUMINATO

Este proyecto se enfoca en abordar uno de los problemas más difíciles relacionados con las interacciones del superplastificador de cemento (SP) en el concreto, a saber, la precipitación del SP en una forma inactiva ("fase órgano-aluminato") durante las primeras etapas de la mezcla de concreto. Este fenómeno, bien conocido, lleva a requisitos excesivos de dosis de SP en muchos concretos y a serias dificultades en la predicción de la dosificación correcta cuando se cambian las condiciones del cemento, aditivos o mezclado. El trabajo es realizado en colaboración por SIKA (R. Flatt), ESPCI (H. Zanni, H. Van Damme,) y Lafarge (Ch. Vernet).

NUEVO ENFOQUE A LA INVESTIGACIÓN

Ante todo, la red Nanocen está enfocada a construir un nuevo enfoque a la investigación sobre materiales cementantes. Tradicionalmente, pequeños grupos de investigación, con frecuencia aislados, hacen proposiciones a consejos nacionales de financiamiento, que son evaluados considerados en competencia con otras proposiciones en todo el rango de la ciencia de materiales o ingeniería civil. Si tiene éxito, la investigación se llevará a cabo con los medios limitados del grupo de investigación sobre las materias primas locales y los resultados son presentados en conferencias –con frecuencia en presentaciones cortas con discusión limitada. Es difícil obtener recursos económicos en el largo plazo para la investigación, más



allá de un estudio con la duración de un doctorado.

Hay bastante ignorancia acerca del trabajo que se está realizando en otros países europeos y mucho de ese trabajo (en especial, en donde las cosas no marchan como lo planeado), nunca es publicado. Todo esto conduce a una duplicidad considerable del esfuerzo de investigación, y numerosos estudios paramétricos en donde los resultados son únicamente aplicables a la combinación particular de las materias primas estudiadas.

El enfoque Nanocen consiste en poner un mayor esfuerzo en definir proyectos de investigación, reuniendo la experiencia colectiva de los socios para identificar las lagunas clave del conocimiento, reunir la experiencia de investigación previa, incluyendo una evaluación crítica de las técnicas y los métodos experimentales que son efectivos y los que no lo son. La investigación misma es enriquecida por la posibilidad de estudiar las mismas materias primas a través de un rango de técnicas, mientras la revisión regular y la discusión de los resultados ayuda a optimizar el esfuerzo de investigación y finalmente pueden desarrollarse áreas de investigación productivas a través de una serie de proyectos de doctorado individuales.

Mediante este enfoque se espera que, en el largo plazo, el concreto sea no sólo la piedra angular de la industria de la construcción para construir carreteras, puentes y edificios, sino también un material que permanezca limpio y hermoso, año tras año, en todos los climas. Será un material que:

- reduzca la contaminación y el ruido en las ciudades.
- contribuya activamente al confort de nuestros hogares.
- indique la presencia de esfuerzo excesivo desarrollando microgrietas.
- se cure a sí mismo rápidamente.
- mantenga la integridad estructural al calentarse.
- impida la propagación del fuego.
- permanezca fluido todo el tiempo que sea necesario y que, a una señal externa, empiece a endurecerse en un instante.



- permanezca disponible a un precio moderado.

El logro de tales materiales está al alcance de la mano, a condición de que se haga un esfuerzo de investigación colectivo e integrado sobre los mecanismos fundamentales que operan en el concreto y en otros materiales en base de cemento.

NOTAS FINALES

Se invita a cualquier persona que desee conocer más acerca del consorcio Nanocen a que se ponga en contacto con los coordinadores en el LMC, IMX, STI, EPLF, Estación Postal 12, 1015, Lausanne, Suiza.

LOS ACTUALES SOCIOS EN EL CONSORCIO NANOCEN SON:

Académicos

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza, coordinadores.

Industrial

Lafarge Laboratoire Central de Recherche, Francia.

“El enfoque Nanocen consiste en poner un mayor esfuerzo en definir los proyectos de investigación, reuniendo la experiencia colectiva de los socios para identificar las lagunas en el conocimiento, reunir la experiencia previa en investigación, incluyendo una evaluación crítica de las técnicas y los métodos experimentales que son efectivos y los que no lo son”. ☺

*La autora pertenece a la Escuela Politécnica Federal de Lausana.