

CAPITULO 5

CONSIDERACIONES FINALES

1.- CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la información sobre los distintos métodos de ensayo para evaluar la reactividad potencial de los agregados frente a los álcalis (RAS) obtenida de la búsqueda bibliográfica, las normativas, los antecedentes del LEMIT desde 1965 y los resultados obtenidos de las experiencias realizadas con los agregados en estudio, se puede arribar a las siguientes conclusiones generales:

- Los métodos de ensayo para evaluar la reactividad de los agregados frente a los álcalis, proporcionan una herramienta fundamental para detectar la RAS y estudiar las soluciones tecnológicas que impidan de esta manera el deterioro de las estructuras de hormigón. El estudio se realiza principalmente sobre los agregados, ya sean gruesos o finos, que se utilizarán en la elaboración del hormigón.
- Los métodos de ensayo pretenden obtener resultados, en el mínimo tiempo de ejecución, que se correlacionen con el comportamiento futuro en la obra. Pero es sabido que los resultados son más precisos a medida que aumenta la duración y el estacionamiento se asemeje al que estará expuesta la estructura. La vinculación de los resultados de laboratorio con el comportamiento en obra comúnmente se desvirtúa en función del cambio en los mecanismos de la reacción debido al aumento del grado de agresividad comparado con la exposición de la estructura de hormigón. Las variables más usadas para acelerar los tiempos de ensayo son modificar la temperatura y/o el contenido de álcalis de las mezclas de mortero u hormigón. En este sentido se encuentran normalizados, el método acelerado de la barra de mortero (IRAM 1674, ASTM C1260, RILEM AAR-2, CSA A 23-2-25A) y el

método del prisma de hormigón (IRAM 1700, ASTM C1293, RILEM AAR-3, CSA A23-2-14A).

- En cuanto a los métodos de ensayo, su empleo tampoco se puede generalizar para cualquier tipo de mineralogía del agregado. Cuando el agregado está constituido por sílice inestable o sea que son caracterizados como de alta reactividad, la mayoría de los métodos de ensayo lo pondrá de manifiesto a corto plazo. El mayor inconveniente radica cuando se evalúan agregados de reacción lenta que contienen cuarzo tensionado y/o deformado y/o recristalizado en su constitución, para los cuales algunos métodos no permiten calificar a ciertos agregados como potencialmente reactivos debido a las condiciones establecidas en el ensayo o debido a la edad en que se evalúa la expansión. Esta incertidumbre genera la necesidad de continuar con el estudio y desarrollo de ensayos acelerados sobre agregados reactivos con diferente mineralogía.
- Las principales conclusiones con respecto a los métodos normalizados en Argentina son:
 - *Método de la barra de mortero, IRAM 1637:*
 - El tiempo de ensayo es muy prolongado (6 a 12 meses) para evaluar la reactividad de los agregados.
 - La circulación de humedad dentro del recipiente de estacionamiento produce la lixiviación de los álcalis que están próximos a la superficie que influye sobre la expansión.
 - El método permite caracterizar adecuadamente a los agregados de reacción rápida o normal, y es apropiado para estudiar el efecto “*pessimum*” para mezclas de agregados.
 - *Método acelerado de la barra de mortero, IRAM 1674:*
 - El tiempo de ensayo es corto (16 días) y aplicable a todo tipo de agregados.
 - Este método no es apropiado para evaluar la efectividad de un cemento de bajo contenido de álcalis o el empleo de aditivos químicos como solución tecnológica frente a la RAS.
 - El método es apropiado para evaluar el empleo de AMA como inhibición de la reacción.
 - *Método del prisma de hormigón, IRAM 1700:*

- El tiempo de ensayo es muy prolongado (un año), por lo tanto es necesario proveer los ensayos de agregados con anticipación a ser usados en obra.
 - Los resultados de este ensayo son confiables y determinantes frente a los otros métodos. Tiene buena reproducibilidad.
 - El ensayo es muy versátil para estudiar soluciones tecnológicas, como el tipo y proporción de AMA, los cementos de bajo álcalis o incorporación de sales de litio.
- El estudio comparativo de los ensayos para calificar a 16 agregados de distinto origen y mineralogía, evaluados por el análisis petrográfico IRAM 1649, el método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674 y el método del prisma de hormigón IRAM 1700 permite concluir que:
- Para los agregados que contienen sílice amorfa o cuarzo muy tensionado o recristalizado, como puede ser el caso de la metacuarcita, el método acelerado de la barra de mortero es confiable para calificar los agregados como reactivos o no reactivos, ya que sus resultados coinciden con el estudio petrográfico y la expansión en los prismas de hormigón a un año.
 - Para los agregados graníticos, conteniendo cuarzo tensionado y/o deformado, la reacción es lenta y el ensayo acelerado de la barra de mortero calificó en el mismo sentido que el ensayo del prisma de hormigón al 70% de agregados estudiados. La expansión medida por ambos métodos a la edad establecida en el Reglamento CIRSOC presenta una pobre correlación. La prolongación de las edades de evaluación a 28 días para el método acelerado de la barra de mortero y 2 años para el método del prisma de hormigón, o cuando se mantienen los límites de expansión indicados, no mejoró la calificación de los agregados graníticos estudiados.
- Para el estudio de los agregados frente a la RAS se recomienda, realizar el análisis petrográfico para caracterizar el tipo de agregado y la mineralogía que contienen, y con esta información proceder de la siguiente manera:
- a) Si el agregado contiene sílice amorfa o cuarzo muy tensionado y/o recristalizado, se realiza la evaluación de acuerdo el Reglamento CIRSOC 201-2005: por el método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674 evaluando a 16 días que no supere el límite de expansión de 0,100 % o si se aplica el

método del prisma de hormigón IRAM 1700, que no supere a 1 año el límite de expansión de 0,040 %.

- b) Si los agregados contienen cuarzo tensionado y/o deformado que pueden producir reacción lenta, se recomienda prolongar el ensayo de la barra de mortero hasta 28 días y el ensayo de los prismas de hormigón hasta los 2 años para interpretar los resultados.
- c) Para evaluar soluciones tecnológicas para inhibir la RAS, para los métodos de ensayos disponibles es conveniente utilizar los límites propuestos como si se tratase de un agregado de reacción lenta.

2.- ESTUDIOS FUTUROS

La presente tesis constituye un aporte al conocimiento de los distintos métodos de ensayo que existen para evaluar la reactividad frente a los álcalis de los agregados que se utilizaran para la elaboración del hormigón. También se presentan propuesta para mejorar la interpretación de los resultados de ensayos, modificando los límites en función de la petrografía de los agregados. Con estudios previos a la utilización del agregado en el hormigón, se puede prevenir la RAS, sin embargo, hay pocos antecedentes sobre metodología de reparación de estructuras ya afectadas que pueden ser consideradas en futuras investigaciones sobre la RAS. En tal sentido, se presentan algunas de ellas:

- Realizar prototipos con agregados reactivos, generar la RAS, para poder aplicar distintas soluciones que detengan la reacción.
- Correlacionar la propuesta en el prototipo con estructuras reales afectada, siempre y cuando haya sido positiva dicha solución en el prototipo.
- Reparar los daños ocasionados por la reacción y evaluar en el tiempo el nuevo comportamiento de la estructura.