

---

ALGUNOS HECHOS RELACIONADOS CON LA DURABILIDAD DE LAS  
ESTRUCTURAS DE HORMIGON LIVIANO

---

Ing. Alberto S. C. Fava

---

Serie II, nº 135

En la Parte I de los "Proceedings of the International Symposium on Lightweight Aggregate Concrete" (Budapest, 1967) el Prof. Jiro Murata, de la Universidad de Tokio, hace mención al problema de la durabilidad del hormigón liviano. Este es un problema de importancia fundamental, que debe merecer una consideración especial, además de estudio y preocupación.

No es mucho lo que puede decirse de ensayos desarrollados en la Argentina con el fin de determinar las características y el comportamiento de los áridos livianos, o del hormigón que contiene áridos livianos. En efecto, la arcilla expandida por cocción sólo ha empezado a emplearse en nuestro país a fines del año 1966. En esa fecha dos fábricas iniciaron la producción de dichos áridos en escala industrial. Cuando ha sido necesario, se han empleado los procedimientos y métodos de ensayo de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y del American Concrete Institute (ACI), ambos de los Estados Unidos.

Colina y Giovambattista (1) han realizado algunas investigaciones tecnológicas sobre hormigones livianos que contenían lava volcánica y arcilla expandida por cocción.

El propósito del presente Informe es llamar la atención sobre algunos hechos que aunque no están directamente relacionados con los propósitos del Simposio, son importantes para quienes actúen tanto en laboratorio como en obra y, a juicio del autor, no deben pasar inadvertidos. Ellos se refieren al período de vida útil de las estructuras ejecutadas con hormigón preparado con áridos livianos. Los estudios, investigaciones y ensayos se realizan y desarrollan con el fin de apreciar y tener mayores conocimientos sobre los materiales, y esto a su vez permite construir mejores estructuras.

Los hechos a que se hizo referencia derivan de: 1) Informaciones obtenidas en el State of Nebraska Department of Roads (USA); 2) Informaciones proporcionadas por Donald

O. Woolf, ex-Jefe de Investigaciones del Laboratorio de Hormigones, del U.S Bureau of Public Roads, y actualmente Ingeniero Consultor del Expanded Clay, Shale and Slate Institute, Washington D.C (USA).

Durante una visita realizada por el autor a diversos laboratorios de estudio de hormigones de los Estados Unidos, y obras en ejecución en el mismo país, obtuvo antecedentes sobre la durabilidad de hormigones preparados con áridos livianos, que no habían sido divulgados en la literatura técnica especializada. Uno de los laboratorios visitados es el de la Division of Materials and Tests, bajo la dirección de William M. Carver, del Department of Roads, Lincoln, Nebraska. El Estado de Nebraska tiene un clima severo. En verano la temperatura llega a 40°C mientras que en invierno desciende hasta 15°C bajo cero o más.

Charles A. Sutton, Ingeniero del cuerpo directivo del laboratorio, con muchos años de experiencia en investigaciones sobre el hormigón y en trabajos de obra, llamó la atención del autor sobre los problemas de durabilidad que afectaban a algunos puentes construidos desde 1946 en adelante. Particularmente el Viaducto de Omaha, una de las principales ciudades del Estado, constituido por 11 tramos, 9 de los cuales fueron construidos con hormigón liviano que contenía aire intencionalmente incorporado, y los 2 restantes, por dificultades en la provisión de áridos livianos, con hormigón tradicional de arena natural y canto rodado, que también contenía aire incorporado. La estructura se construyó en 1950. En ambos hormigones se empleó la misma marca de cemento portland y la misma fuente de provisión de agua de mezclado. Los dos hormigones se dosificaron en forma de obtener, aproximadamente, la misma resistencia.

De acuerdo a lo informado por Sutton y Carver (2), en general, todos los tramos ejecutados con hormigones de áridos livianos estaban, en 1960, en condiciones extremadamente pobres, y fue necesario realizar reparaciones inmediatas con el objeto de evitar la pérdida total de la estructura. Es interesante hacer notar que tanto las resistencias a compresión como a flexión de ambos hormigones eran aproximadamente del mismo orden a todas las edades de ensayo, hasta

un año. Las armaduras de algunas zonas de la platea del puente, quedaron al descubierto debido a la severa abrasión, descascamiento y destrucción del hormigón. En muchos lugares el hormigón se desintegró y mostró agrietamientos en forma de mapa. Algunas partículas del árido liviano se expandieron hasta el extremo de producir reventones en la superficie del hormigón. Como contraste, ver Figura 1, los dos tramos ejecutados con hormigón tradicional de peso normal, estaban en excelentes condiciones de conservación.

En otros puentes construidos entre 1951 y 1955, toda vez que un bloque de hormigón liviano descansaba sobre un apoyo sólido, una viga metálica por ejemplo, el hormigón liviano se fragmentó y escamó mostrando agrietamiento en forma de mapa. Vigas de 15 x 15 x 75 cm, moldeadas con el mismo hormigón y colocadas en playas de exposición del laboratorio, a la intemperie, después de 9 años de exposición se agrietaron severamente, sufriendo la rotura de sus extremos. La Figura 2 es un buen ejemplo de la condición señalada, y muestra el contraste de comportamiento del hormigón tradicional y del hormigón liviano con que se construyó uno de los puentes mencionados.

Los estudios realizados pusieron de manifiesto que no existían evidencias concluyentes que permitiesen atribuir a la reacción álcalis - áridos la destrucción producida, aunque tanto en el hormigón tradicional como en el liviano se observaron, en las vigas expuestas a la acción de la intemperie, grandes expansiones. Ello ocurrió principalmente después de los primeros dos años de exposición, en que se observó una tendencia definida hacia expansiones aceleradas (3). Asimismo, en una de las estructuras también se observaron expansiones excesivas.

Opiniones provenientes de otras fuentes y contenidas en el mismo Informe (2) están en favor de la idea de que la exposición a los efectos de la congelación y deshielo y el uso de sustancias que eliminan el hielo de la superficie de la calzada, pueden ser factores que han influido sobre el comportamiento de estos hormigones. Sin embargo, ni las observaciones realizadas ni la información proveniente de la documentación de obra, han permitido sacar conclusio-

siones definitivas de causa a efecto, que permitan confirmar la hipótesis anterior.

Dado que tanto los ensayos realizados en el laboratorio como el examen de las estructuras construídas en el Estado de Nebraska indicaron que el hormigón de áridos livianos no había podido soportar los efectos de exposición a la intemperie y, en consecuencia, no resultaba apto para ser empleado, salvo el caso de que se lo protegiese contra la acción del clima, entre los interesados en estos problemas y muy especialmente entre los fabricantes de áridos livianos, se puso en evidencia que existía una gran preocupación relacionada con los hechos mencionados. En consecuencia, con especialistas provenientes de distintas organizaciones, se formó una Comisión de inspección, con el objeto de observar y de estudiar las plateas de puentes construídas con hormigones livianos en los Estados de Nebraska, Kansas y Missouri. Esta comisión tuvo oportunidad de observar otras estructuras con agrietamiento en forma de mapa y consiguiente destrucción. Una platea de puente construída cerca de Kansas City, con hormigón que contenía áridos livianos y aire incorporado, mostró agrietamiento en forma de mapa y descascaramientos de distinto grado. En uno de los tramos, la condición se describió como severamente agrietada en forma de mapa. Otros tramos mostraron un descascaramiento y agrietamiento similares, en grado menor, pero igualmente importantes. El porcentaje de aire incorporado y el diámetro y espaciamiento de las burbujas observadas en las muestras de hormigón extraídas del puente, fueron descriptas como muy buenos. No se encontraron signos ni evidencias de expansión del hormigón de la estructura, ni tampoco indicaciones, en el examen microscópico, de que el agrietamiento fuese debido a la reacción álcalis-áridos.

La constatación de la presencia de sulfoaluminato de calcio en las muestras de hormigón extraídas de los puentes afectados, dió lugar a pensar en la posibilidad de que se hubiesen producido ataques de sulfatos. Sin embargo, el porcentaje de sulfatos contenidos en una muestra del árido liviano empleado, fue calificado de insignificante.

Es necesario destacar que en contraste con las pla-



Fig. 1

Viaducto de calle "Q", en Omaha, Nebraska, (1950). Vereda sud entre tramos 7 y 8. Obsérvese la destrucción de la vereda en todo su espesor. A la izquierda de la junta puede observarse el hormigón liviano, y a la derecha el hormigón tradicional de arena natural y canto rodado. (Fotografía obtenida por cortesía del State of Nebraska Department of Roads, USA)

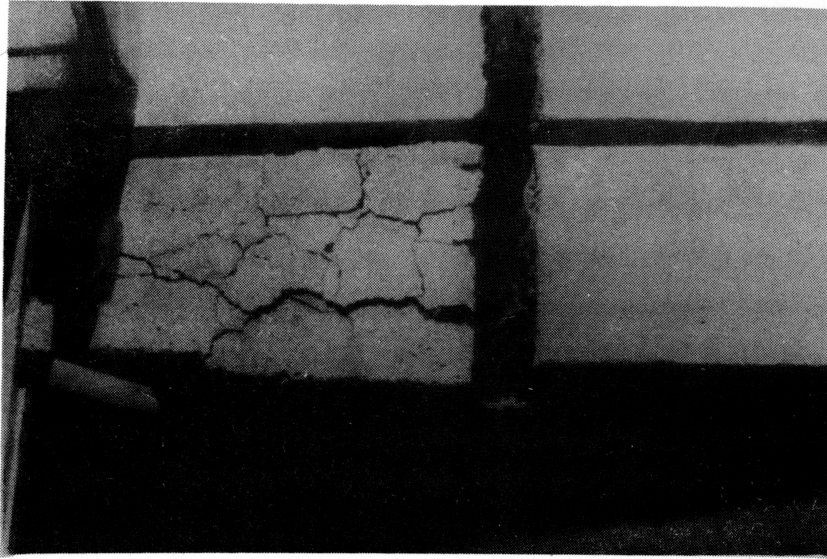


Fig. 2

Extremo sud-este de un puente situado al oeste de la ciudad de Talmadge, Nebraska, (1952). A la izquierda de la junta se encuentra el hormigón liviano y a la derecha el hormigón tradicional de arena natural y canto rodado. (Fotografía obtenida por cortesía del State of Nebraska Department of Roads, USA)

teas afectadas, en otros puentes construídos aproximadamente en los mismos años, bajo similares especificaciones, con aparentemente los mismos áridos, el mismo tipo y marca de cemento portland y edades comparables, no se ha observado efecto destructivo alguno.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en las plateas de puentes construídas hasta 1960, y a la falta de una comprensión clara de las causas que produjeron las destrucciones observadas, el Departamento de Caminos del Estado de Nebraska decidió no seguir construyendo plateas de puentes con hormigón de áridos livianos, hasta tanto no se dispusiese de mayor información al respecto.

Aunque el caso no es el mismo, ya que el hormigón estará protegido contra las acciones climáticas, es interesante destacar que el bien conocido U.S. Bureau of Reclamation, una de las más altas autoridades en el campo de la Tecnología del Hormigón, ha construído recientemente en la ciudad de Denver, Colorado, una estructura de hormigón de áridos livianos, para un nuevo edificio de 12 pisos.

Con referencia a la información obtenida durante la entrevista con Mr. Woolf, que está contenida en un informe reciente (4) distribuído en forma privada, pero aún no divulgado, se refiere a los resultados de un relevamiento realizado para estudiar el estado de conservación de las plateas de puentes ejecutados en 16 Estados de EE.UU. con hormigones de áridos livianos. De las 195 plateas estudiadas, en el año 1963 el 22 % se encontraban en condiciones "regular" o "pobre", y solamente el 9 % en estado francamente "pobre". De acuerdo a la opinión de Woolf, la destrucción de las plateas debe atribuirse a las prácticas constructivas empleadas, antes que a la calidad del árido liviano.

El mismo autor señala que para tener buena durabilidad, el contenido unitario de cemento del hormigón liviano para plateas de puentes debe ser del orden de 365 Kg por metro cúbico de hormigón. Asimismo, señala que plateas construídas 30 años atrás se encontraban en muy buenas condiciones. El árido liviano triturado produjo menor durabilidad que el no triturado, y la arena natural, mayor durabilidad que la arena de áridos livianos. Se considera además

que el empleo de una mezcla trabajable que contenga la menor cantidad posible de agua, es requisito esencial para obtener hormigones de áridos livianos de gran durabilidad.

Recomendación: Vista la información anterior, se recomienda estudiar la durabilidad del hormigón liviano y, asimismo, que el tema sea incluido entre los estudios y objetivos del Comité Especial "Durabilidad del Hormigón", de RILEM.

---

#### BIBLIOGRAFIA

---

- 1.- Colina J. F. y Giovambattista A. - Algunas experiencias realizadas en el LEMIT con áridos livianos producidos en el país, LEMIT, Serie II, N<sup>o</sup> 107, 1966, 10 pag.
- 2.- Sutton C. A. and Carver W. M. - Investigation of lightweight concrete used in bridge floors. Department of Roads, Division of Materials and Tests, State of Nebraska, Lincoln, Nebraska, 1961, Lab. Report R61-5, 33 pag.
- 3.- Sutton C. A. - Laboratory Report VIc-12, Project HP-1 (16), September 1957, 12 pag.; and Laboratory Report VIg-10, Project HP-1 (15), October 1957, 12 pag. Department of Roads, Division of Materials and Tests, State of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- 4.- Woolf D. O. - Performance of lightweight aggregates in concrete for highway bridge decks. Publication of the Expanded Shale, Clay and Slate Institute, Washington D. C., 1966, 28 pag.

Nota.- Este trabajo, con el título de "Some facts related to the durability of lightweight concrete structures", fue presentado al "RILEM International Symposium on Lightweight Aggregate Concrete", Budapest, 1967. Ver "Final Reports of the Symposium on Testing and Design Methods of Lightweight Aggregate Concretes", Budapest, 1968.