

EL CONTROL DE LOS HORMIGONES RECICLADOS USADOS COMO AGREGADOS EN NUEVOS HORMIGONES DE CEMENTO PORTLAND. MÉTODO NORMA IRAM 1674.

Autor: Andrea S. Pereyra, Tutor: Fabián A. Avid.

UTN Universidad Tecnológica Nacional GIICMA Facultad Regional Concordia, Concordia, E.R., ARGENTINA andreapereyra.utn@gmail.com, academica@frcon.utn.edu.ar

RESUMEN

El cuidado del ambiente ante la abundante cantidad de residuos de hormigón que se generan de las estructuras demolidas obliga a su reutilización como material de construcción. La durabilidad de los hormigones con agregados reciclados debería ajustarse a los proyectos de vida útil de las estructuras. Si bien existen suficientes experiencias del comportamiento resistente de estos hormigones; la durabilidad de los mismos no se ha estudiado con la profundidad que se merece. Muchos de los problemas están asociados a los componentes originales del hormigón de demolición, la antigüedad de la estructura demolida, al cambio del tipo de estructura y al contenido de cemento del nuevo hormigón. En este trabajo se estudian dos tipos de agregados provenientes de la demolición de hormigones reciclados, utilizados como agregado fino. Los agregados son de origen basáltico y de rodados del Río Uruguay, realizándose una dosificación con el primero y dos con el segundo.

Se utilizó el método acelerado de la barra de mortero norma IRAM 1674:1997, evidenciando el potencial remanente de reacción de los agregados reciclados, teniendo en cuenta algunas consideraciones que no deberían ser descuidadas a fin de asegurar la durabilidad de los hormigones que se elaboran con este tipo de agregados.

INTRODUCCIÓN

En la construcción es cada día mayor la presión, impulsando el reciclaje de los residuos, tanto los derivados de su propia actividad, como los procedentes de otros sectores. La ventaja más destacada de este reciclaje es la solución, a un mismo tiempo, de la problemática originada por la gran cantidad de residuos que se destinan a vertedero sin aprovechamiento, así como la obtención de una nueva materia prima, con lo que se reduce la cantidad de recursos naturales primarios a extraer.

En el reciclaje de materiales en la construcción, los áridos reciclados son el mayor componente, derivado de los grandes volúmenes de residuos de construcción y demolición que su utilización podría eliminar.

En algunos países la generación de residuos anual es de una tonelada por habitante, 80% de ellos se disponen en vertederos. Los valores de reciclaje medios europeos llegan a tasas del 40%. En la Argentina, a pesar de la experiencia desarrollada hasta el presente, no hay marco normativo específico para este tipo de áridos, solo hay iniciativas particulares y experiencias puntuales cuyo objetivo ha sido fomentar la utilización de los áridos reciclados.

El árido reciclado todavía genera desconfianza y necesita un control más amplio para garantizar su conformidad en las distintas aplicaciones donde se lo utiliza.

Para obtener un árido reciclado apto, es necesario procesar adecuadamente los residuos y realizar además un correcto control de los materiales de entrada a la planta elaboradora de hormigón. Adicionalmente, es imprescindible el desarrollo de técnicas adecuadas de procesamiento para garantizar un material de buena calidad.

El hormigón es un material heterogéneo que utiliza en su composición agregados de diferente procedencia y características y está sometido a la influencia del ambiente en donde está emplazada la obra. Previa a la aplicación, es necesario evaluar el origen del hormigón demolido para prevenir situaciones de deterioro prematuro como consecuencia de su composición y estado

o sanidad. [1, 2] Estos conceptos deben ser tenidos en cuenta con materiales reciclados para no descuidar la importancia de la durabilidad del hormigón, es decir conservar las propiedades iniciales en el tiempo para las que fue proyectado y así asegurar su vida útil.[3, 4]

El deterioro conlleva tener que invertir presupuesto antes de lo esperado en reparaciones, reemplazando partes o toda la obra, disminuyendo el crédito atribuido al reciclado de materiales de construcción como el hormigón.

La explotación de los depósitos de agregados naturales han cambiado el paisaje al ser deprimido en muchas áreas, generando serios problemas de impacto ambiental, resultando los agregados reciclados una alternativa válida para la producción de hormigón, teniendo en cuenta que sus características generalmente cumplen en su mayoría con las normas de agregados y las resistencias especificadas. Sus propiedades específicas son distintas al agregado natural extraído de un río o cantera, por lo que pueden tener algunas que deben controlarse; su origen implica una mayor variedad en la producción, es decir, sumar al agregado natural la fabricación del reciclado. [5]

La elaboración de agregados de hormigón reciclado es bastante simple, ya que la maquinaria es similar a la utilizada para producir el agregado natural y se pueden lograr hormigones de uso habitual. Poseen mayor absorción y polvo, por lo que es necesario aplicar recomendaciones como la necesidad de lavarlos previamente y utilizarlos en estado saturado superficie seca para minimizar los problemas en absorción de este material en las dosificaciones.[6, 7]

Las estructuras de hormigón pueden sufrir diferentes patologías, una de ellas es la RAS que se halla vinculada al uso de agregados deletéreos que reaccionan con los álcalis contenidos en el hormigón de cemento portland en presencia de humedad, causando inconvenientes técnicos y económicos en las obras afectadas, que ponen en peligro vidas humanas o causan grandes gastos de reparación.

Los hormigones reciclados afectados por RAS o que tienen en su composición agregados potencialmente reactivos, pueden desarrollar la reacción en los nuevos hormigones, ya sea por la reactividad remanente en el primer caso o por haber cambiado las condiciones de las mezclas, mayor contenido de álcalis y/o de exposición de las estructuras en ambientes con humedad. [8]

En este trabajo se analiza el comportamiento de agregados reciclados en su valoración de la probabilidad de desarrollo de la RAS, utilizando el método de la Norma IRAM 1674:97, para poder decir si los agregados obtenidos de la trituración de hormigones de cemento portland pueden ser utilizados o no, sin previas metodologías para evitar o minimizar dicha reacción.

METODOLOGÍA

En la elaboración de las barras de mortero para el estudio del desarrollo de la RAS (Norma IRAM 1674:1997), se utilizaron agregados finos obtenidos de la trituración de hormigones compuestos por agregado grueso de basalto en un caso y de canto rodado (gravas) en el otro, y en ambos agregado fino silicio, materiales potencialmente reactivos frente a la RAS, que formaban parte de estructuras en altura (edificios). [9,10] Ver Tabla 1.

Tabla 1 – Características de origen de los hormigones reciclados

Hormigón Reciclado	Fino	Grueso	FINO:
B1	Arena Silíceea	Basalto	Los agregados finos son silíceos, siendo el cuarzo el mineral mayoritario, con cantidades menores de ópalo y calcedonia. En conjunto, los polimorfos de sílice (cuarzo, ópalo y calcedonia) componen entre 85% y 95% de las muestras. El resto está integrado por clastos líticos de basalto y arenisca, y cantidades menores de feldespato, magnetita y otros minerales opacos.
CR1	Arena Silíceea	Canto Rodado 1	
CR2	Arena Silíceea	Canto Rodado 2	GRUESOS: El basalto en función de las características observadas se puede clasificar como un Basalto tholeítico, hipocrystalino, pero con una muy baja proporción de vidrio volcánico alterado (inferior al 5- 7%). La alteración total del vidrio y parcial de los microfenocristalesa argilominerales (posiblemente esmectita y/o illita) sugiere la presencia de una alteración argílica de tipo leve. Los Canto Rodados (gravas), si bien predominantemente silíceos, muestran una diferenciación marcada en su composición mineralógica. El ópalo (20-40%) y la calcedonia (15-25%) constituyen la fracción mayoritaria con respecto al cuarzo, y los clastos líticos de arenisca se ubican en proporciones superiores al 10%.

El agregado obtenido en la trituración, es de textura áspera y partículas redondeadas (trituración a martillo). Tamaño de las partículas del agregado, pasa Tamiz N° 4- abertura 4,75 mm. (Requisito operativo de la Norma IRAM 1674:97).

Analizando las propiedades físicas que poseen los agregados de hormigón reciclado respecto de los naturales, se destaca la composición del clasto, pues una parte es roca original y otra parte variable es mortero, que provoca una notable diferencia de absorción de agua, la cual llega a superar, en ocasiones, varias veces el valor correspondiente para el agregado grueso natural. Ver Tabla 2.

La explicación de este fenómeno es que estos clastos están compuestos por partículas pétreas con mortero adherido a la superficie y también partículas solo de mortero y/o partículas pétreas, en este nivel de trituración.

Las propiedades del mortero en estado fresco se mantuvieron en un entorno pequeño con respecto a los elaborados con agregado fino natural; en la variable de la trabajabilidad. Se consideró entonces al material triturado como un agregado natural.

Tabla 2 – Promedio de absorciones de agregados del Río Uruguay

AGREGADO	ABSORCIÓN (%)
Arena Silíceea	0,39
Canto Rodado	0,98
Basalto	1,40
Agregado Triturado	2,77-4,17

RESULTADOS

En las figuras 1,2 y 3 se grafica el desarrollo de la expansión por RAS de estos hormigones reciclados, siguiendo la metodología de la Norma IRAM 1674:1997.

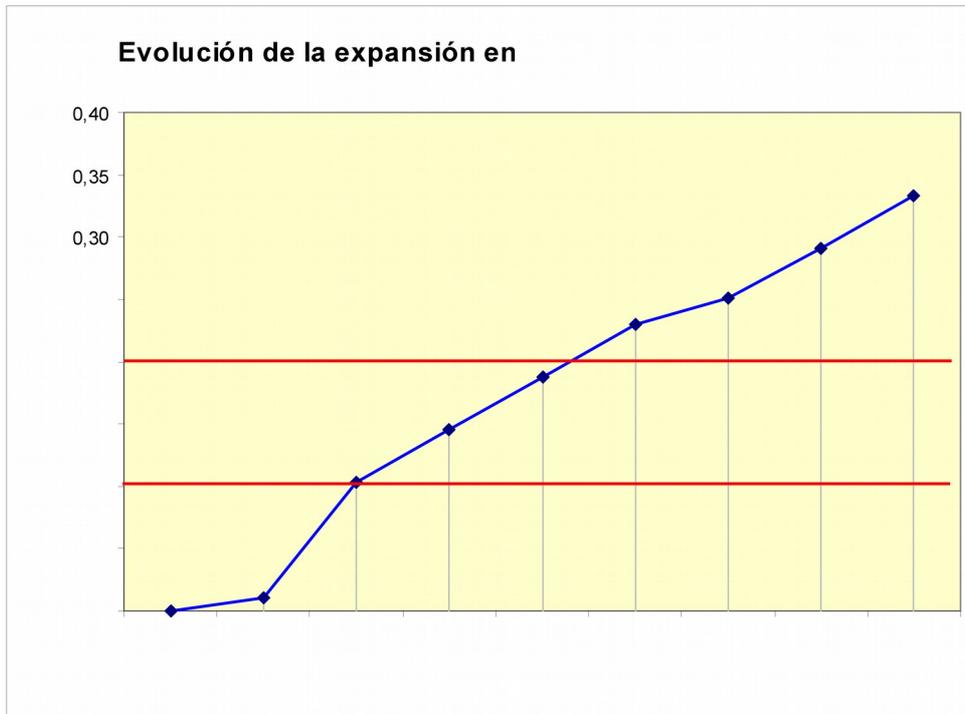


Figura 1 – Reciclado B1

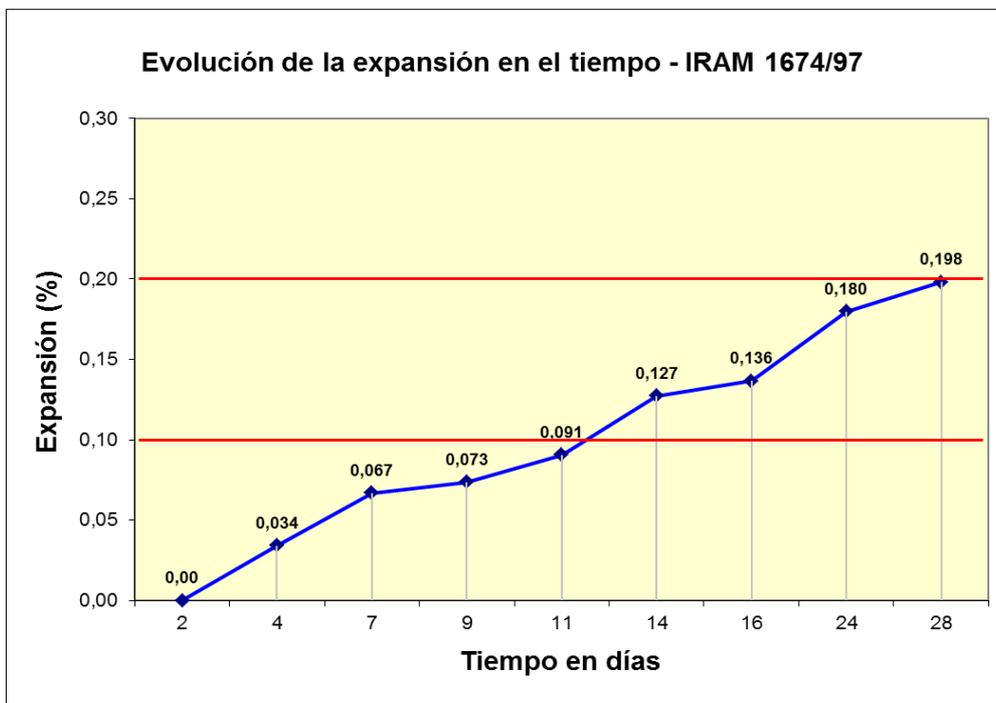


Figura 2 – Reciclado CR1

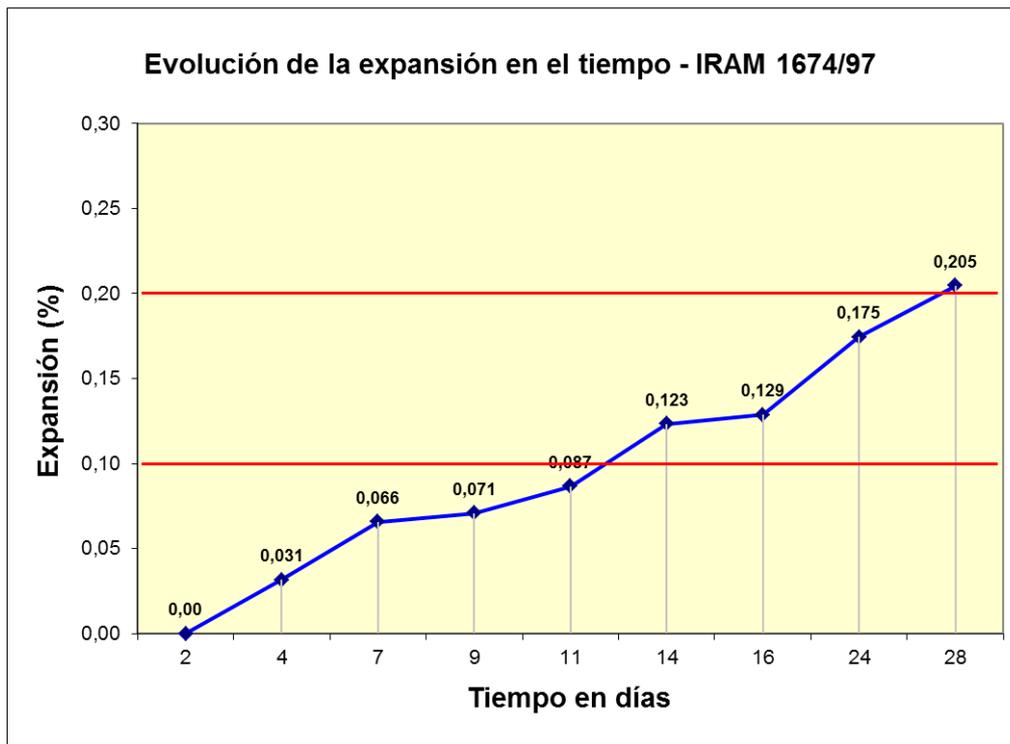


Figura 3 – Reciclado CR2

Las pendientes de las curvas son las características de las que se obtienen con los agregados normales.

En las figuras 4 y 5 se observan a ojo desnudo las fisuras en las barras del ensayo y por microscopía electrónica los geles en forma de roseta de la reacción álcali sílice.



Figura 4: Fisuración en la barra de mortero

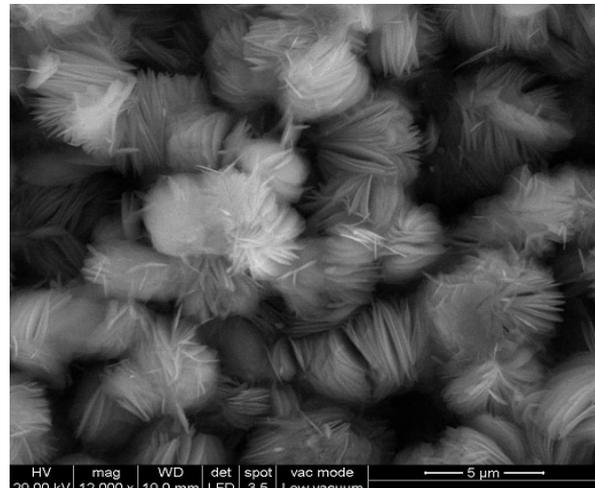


Figura 5: Geles en roseta SEM (M B1)

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos corroboran que estos materiales reciclados manifiestan la reacción álcali sílice en el método acelerado de la Norma IRAM 1674:97.

Los valores obtenidos en el caso del triturado con basalto (B1) son similares a los valores más bajos medidos en basaltos de la región (Valores de expansión de los basaltos 0,3 a 0,7 de la región con la Norma IRAM 1674:97). [9]

En el caso de los cantos rodados (CR1 y CR2) los valores medidos son correspondientes con los mayores medidos en los cantos rodados. (Valores de expansión de los cantos rodados 0,03 a 0,13 de la región con la Norma IRAM 1674:97). En este caso la trituración de los cantos rodados del hormigón reciclado (mayor superficie expuesta dentro del hormigón) sumaría a la expansión remanente. [10]

En ambos casos hay que tener en cuenta que en las mezclas con agregados de hormigón reciclado se incorporan nuevos volúmenes de álcalis con el cemento.

CONCLUSIONES

En presencia de agregados potencialmente reactivos en los hormigones originales, los hormigones reciclados pueden desarrollar la RAS, teniendo en cuenta que se renueva la cantidad de álcalis de alta solubilidad aportado por el nuevo contenido de cemento.

Es necesario conocer el potencial deletéreo remanente del hormigón reciclado o de los agregados que contiene previo al uso en nuevos hormigones.

En el caso de los hormigones triturados estudiados se debe considerar que eran de estructuras de hormigón verticales (edificios en altura) en las que falta generalmente la humedad necesaria para desarrollar la reacción álcali sílice.

Teniendo en cuenta lo anterior, cuando se usen hormigones triturados como agregados para hormigones, se los debería considerar como nuevos agregados y estudiarlos como tales.

En el caso de la RAS, empezar por considerar el cambio de destino del material en lo que respecta a la presencia de humedad constante (desde estructuras aéreas a pavimentos), esto es fundamental pues generalmente estos materiales son reciclados en pavimentos por la conveniencia del alto porcentaje que se puede reciclar.

REFERENCIAS

- [1] Grupo Español del Hormigón. Asociación Técnica Española de Pretensado. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. "Demolición y Reutilización de Estructuras de Hormigón". Madrid, 1997.
- [2] Ravindra K., Dhir, Neil A., Henderson, Mukesh C., Limbachiya "Use of Recycled Concrete Aggregate". Reino Unido, 1998.
- [3] Erik K. Lauritzen. RILEM Proceedings 23. "Demolition and Reuse of Concrete and Masonry". Dinamarca, 1993.
- [4] T. C. Hansen. RILEM Report 6. "Recycling of Demolished Concrete and Masonry". 1992.
- [5] Di Maio, A.A., Gutiérrez F., Traversa, L.P., "Comportamiento físico mecánico de hormigones elaborados con agregados reciclados". *14ª Reunión Técnica Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. Tomo II*. Olavarría. pp. 37-44. (2001).
- [6] Zega C. Di Maio, A.A. "Influencia de las características de los agregados reciclados en la elaboración de hormigones". *XV Reunión Técnica y Seminario de Hormigones Especiales. A.A.T.H. Santa Fe*. Editado en CD. (2003).
- [7] Di Maio, A.A., Zega, C., Taus V., Traversa, L.P. "Durability of recycled concretes". *Proceeding XV Edition of Congress "Comportarea in situ a constructiilor"*. Bucarest, Rumania, pp. 31-37. 2004.
- [8] Sota J. D., Falcone D., Batic O.R. "Hormigones con agregados de hormigón reciclado afectado por RAS". *Memorias. 16ª Reunión Técnica Prof. Agrim. Antonino Bonforte y 1º Concurso Nacional*, Mendoza; Argentina 8 al 10 de Noviembre de 2006. pp 7-14.
- [9] F. A. Avid, J.M. Cosentino, G. Do Santos, J.D. Sota. "Paragénesis y alteraciones en basaltos usados en hormigones para grandes obras". XII Cong. Latinoamericano de Patología de la Construcción y XIV Congreso de Control de Calidad en la Construcción CONPAT-Colombia-2013
- [10] Cosentino J., Avid F., Machado P., Saad E., Sota J.D. Estudio de los Aridos aluvionales en explotación de La Provincia De Entre Rios, Frente A La Ras. Estudios Interlaboratorios. 17 Rt AATH. Córdoba. Octubre 2008