

Hormigones ligeros con áridos volcánicos de Canarias

JUAN FRANCISCO HERNÁNDEZ DÉNIZ

RESUMEN

Investigación teórica y experimental sobre hormigones ligeros (menos plúmbeos que los ordinarios, pero igualmente formáceos) fabricados con áridos volcánicos –pesados o ligeros–, con dos objetivos fundamentales: primero, extraer datos sobre sus comportamientos mecánicos y físicos según dosificación y tipo de árido empleado; y, segundo, podemos plantearnos estructuras edificatorias más ingravidas o ejecutar elementos constructivos livianos y aislantes, bien en obra o prefabricados. Observamos que, tanto las diferentes clases de áridos como las distintas dosificaciones, dan lugar a pequeñas o grandes resistencias dentro de la menor densidad buscada, siendo más o menos compactos, y presentando un alto o bajo aislamiento térmico

ABSTRACT

Lightweight concrete manufactured with volcanic aggregate

Theoretical and experimental research about lightweight concrete (less leaden than usual ones, but in the same way mouldable) manufactured with volcanic aggregate –heavy or lightweight–, with two fundamental aims: firstly, extract data about their mechanical and physical behaviour according to dosage and kind of aggregate that have been used; and secondly, we can raise building structures more weightless or execute light and insulating building elements, either in work or prefabricated. We can see that both the different classes of aggregate and the different dosage, give rise to small or bigger strength in the shortest density wanted, being more or less compact, and showing a high or low thermal insulation.

INTRODUCCIÓN

El hormigón es un material de construcción formácea o adecuoresistente (podemos darle la forma que casi deseemos con los encofrados o moldes apropiados), apto para fabricar en el mismo sitio o en industria estructuras portantes, sistemas y elementos constructivos monolíticos, a los que le confiere una extraordinaria capacidad mecánica y elevada resistencia, siempre dentro de ciertos límites y leyes. El hormigón es una mezcla que parte de un conglomerante hidráulico como el cemento, que tal como indica su nombre, debe hidratarse con agua para reaccionar y mantener unidos un conglomerado de áridos (arena, gravilla, grava, etc.); después de fraguar y endurecer toda esa mezcla presenta una notable capacidad de aguante de cargas (Foto 1).

Al igual que los materiales pétreos, el hormigón resiste muy bien las acciones de compresión (apretar) y mal las de tracción (estirar), ya que su valor suele ser una décima parte de la anterior. El hormigón en masa, constituido totalmente por aquella mezcla, posee una densidad —la cual relaciona masa con volumen— de 2'3 toneladas por metro cúbico, mientras que el hormigón armado (en su seno se embeben barras de acero) tiene 2'5 tn/m³ (1), imaginando: el volumen de un cubo de hormigón en masa o de hormigón armado cuyas aristas midan 1 metro pesa 2.300 o 2.500 kilogramos. La resistencia mínima para ambos tipos no sera inferior a 125 kilopondios por centímetro cuadrado, aunque aplicando el resto



Foto 1: *Probeta ensayada de hormigón normal.*

de los parámetros la media es de 175 kp/cm² (2). Aunque parezca un poco engorroso, estos datos de peso específico y resistencia a compresión son importantes para compararlos luego con los de hormigones ligeros.

Si bien el hormigón es un material moderno en su desarrollo puede considerarse muy antiguo en cuanto al inicio de su empleo. No es hasta finales del siglo XIX y principios del XX, cuando comienza a generalizarse su empleo en Arquitectura, fundamentalmente fue adoptado por la nueva estética que planteaba el Movimiento Moderno. Y no es hasta después de la Segunda Guerra Mundial, cuando ha experimentado un sobresaliente avance tecnológico, luchando contra sus propias limitaciones derivadas de la elevada relación existente entre peso y resistencia, como anteriormente se ha ejemplificado.

Por tanto, la preocupación por aligerar las estructuras es tan antigua como la propia ar-

quitectura. El modo de conseguirlo se ha buscado siempre por dos caminos y casi simultáneamente: uno, a través de sistemas estructurales consonantes con el comportamiento de los materiales que los constituyen; y el otro, mediante la elección de materiales, estructurales o no, de la máxima ligereza posible.

En esa búsqueda, la generalización del empleo del hormigón armado y del acero como elementos estructurales ha supuesto un gran paso adelante. Ha permitido explotar la capacidad de trabajo a tracción y compresión en las secciones de las piezas estructurales, y ha posibilitado el empotramiento y consiguiente monolitismo de las mismas. Gracias a todo ello, se diseñan estructuras proporcionalmente ligeras para múltiples tipologías edificatorias.

El hormigón ligero puede emplearse en la constitución del sistema estructural edificatorio, y también en otros sistemas estructuralmente secundarios o en elementos constructivos para distintas unidades de obra. Digamos que en el hormigón ligero estructural pueden conjugarse unas características mecánicas similares a las del tradicional hormigón armado, junto a una mayor ligereza propia. El restante hormigón ligero que no se usa para estructuras, se define más por su función de cerrar espacios, acabar o revestir paramentos, etc., o por su incidencia física en la confortabilidad y salubridad habitacional.

El hormigón ligero se utilizó ya en la antigüedad; los romanos, por ejemplo, emplearon para la realización de la cúpula del Panteón —construi-

da en el siglo II a.C. con un diámetro aproximado de 44 m.—una argamasa conformada con piedra pómez como árido aligerante; pero aquel no se utilizó como estructura portante hasta tiempos recientes, fundamentalmente, cuando se consiguió fabricar artificialmente, para este fin, áridos ligeros adecuados. Por tanto, el actual hormigón ligero estructural como material susceptible de ser armado y constituir elementos resistentes apareció a principios de siglo en los Estados Unidos de Norteamérica y Rusia, en zonas caracterizadas por la carencia de áridos, aunque con materias que permitieron fabricar, a partir de ellas, áridos ligeros. Con los mencionados áridos, más o menos densos, y, más o menos resistentes, se empezó a conseguir por vez primera hormigones ligeros que, a igualdad de resistencia, presentaban una densidad claramente menor que la del hormigón normal.

Posteriormente, en la Segunda Guerra Mundial se aceleró el desarrollo del hormigón ligero estructural mediante investigaciones que comprendieron un gran número de áridos de tipos diversos, principalmente ligeros, pero que podríamos agrupar en áridos naturales y artificiales (obtenidos estos últimos por la transformación industrial de los primeros, fundamentalmente por calentamiento en horno). Como ejemplo, la Alemania vencida comenzó a aprovechar las inmensas escombreras postbélicas para fabricar hormigones que eran ligeros, reconstruyéndose parcialmente de nuevo con los cascotes que anteriormente fueron edificaciones.

Frente al progresivo desarrollo alcanzado en los dos países

norteamericanos, la producción y uso del hormigón ligero estructural en otros estados se ha ido imponiendo con notable retraso, y la fabricación del mismo con alta resistencia ya era posible en Europa durante la anteriormente indicada Segunda Guerra Mundial: hacia mitad de los años sesenta se adoptó lentamente en la construcción el hormigón ligero de gran resistencia con estructura cerrada, y hoy en día, ocupa ya un importante lugar en dicho continente: no ya como sustituto de otros materiales, sino que desde el punto de vista económico y constructivo se presenta como un material con grandes ventajas en muchos campos de utilización. En España, se tiende cada vez más a su utilización en obras que por su envergadura, tecnología y costo lo hacen adecuado y rentable.

OBJETIVOS

Aunque antes ya se han apuntado algunos de ellos, diremos que en Canarias, donde el hormigón es el principal material constituyente de la edificación y de la construcción en general, no se hace uso amplio y no se tiene conocimiento científico propio de nuestros hormigones ligeros, salvo lo que la práctica y el oficio sugieren en el estrecho campo de los bloques prefabricados. Pero claro, pretender esto aquí es casi una paradoja, ya que me atrevería a decir que se sabe algo o se cree saber bastante del hormigón ordinario autóctono; ni siquiera tenemos el suficiente dominio del mismo, ya que su confección plantea unas variadas peculia-

ridades y especificaciones propias debidas, por un lado, a factores externos a su fabricación y propios de nuestro medio —espero que por poco tiempo—, como la inercia técnica de nuestra construcción, el descuidado modo de empleo, una ejecución —muchas veces— sin mínimas garantías, la chapucera puesta en obra, la creencia generalizada de que se le conoce a ciencia cierta —por lo que todos los fines de semana se amasan incontables «hormigones caseros» paralelamente al sancocho, ya que todo el mundo «sabe» hacerlo—, etc.; y, por otro lado, a factores internos pero absolutamente fundamentales, como la naturaleza, dosificación y características de sus materiales componentes: cemento artificial, agua potabilizada y áridos volcánicos.

Y si además, como habitamos en un territorio fragmentado y heterogéneo, escaso en materias primas y urbanísticamente desordenado y depredado, con una industria constructora que tiene un elevado desarrollo para edificar establecimientos turísticos y complejos residenciales pero una mano de obra muy poco cualificada y que, además, le resultaría carísimo importar otros materiales básicos, parece evidente que necesitamos y que demandemos, que los materiales naturales que extraemos y que son constituyentes básicos del proceso constructivo, sean profundamente estudiados en sus diversas vertientes, para que puedan ser altamente conocidos y rentablemente empleados, tendiendo a un cierto desarrollo sostenido o sostenible en cuanto a la rigurosa utilización de materiales y a la racional explotación de canteras, Y evidentemente el hormigón es uno de ellos al

conformarse a partir de aglomerados volcánicos, los cuales se originaron hace miles de años en esta tierra.

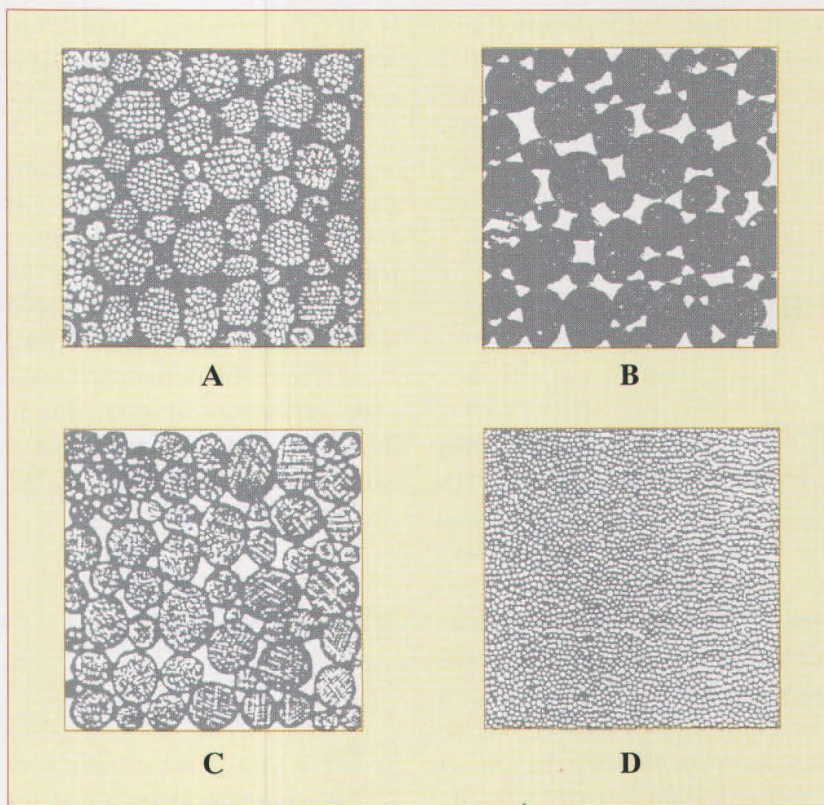
MEMORIA

Conocimientos previos

Como ya se ha comentado anteriormente, hoy día, el hormigón ligero ha avanzado tecnológicamente de manera insospechada, precisamente gracias a su empleo en elementos ligeros y resistentes, y también en elementos ligeros no estructurales y apreciables como aislantes térmicos.

La capacidad de aislamiento térmico de un material constructivo aumenta a medida que disminuye su densidad, es decir, cuando aumenta su porosidad, o sea, cuando tiene un gran volumen que mayormente encierra mucho aire. El hormigón ordinario, si bien posee interés por sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, no lo tiene por su capacidad aislante, fundamentalmente térmica, dado que, para una densidad de 2.4 Tn/m^3 , se deprecia por una conductividad térmica o coeficiente de transmisión del calor de 1.4, que es apreciablemente alta, aunque para el aislamiento acústico la masa sea lo que predomine.

Por de pronto, un hormigón que precise cubrir una exigencia térmicamente aislante, deberá confeccionarse como hormigón ligero. Y una estructura de hormigón ligero, sin merma de su resistencia, precisa disminuir su peso propio eviden-



A) Hormigón ligero con poros en los gránulos; B) Hormigón ligero con poros de amontonamiento; C) Hormigón ligeros con poros de amontonamiento y poros de los gránulos; D) Hormigón ligero con poros de hinchazón.

temente; para ello deberá ejecutarse de tal manera que resulte una baja densidad, fácilmente inferior en un 30% con respecto a un hormigón ordinario, y una alta resistencia, ya que se alcanzan actualmente los 500 kp/cm^2 de aguante a compresión con una densidad de 1.7 Tn/m^3 .

MÉTODO

¿Como conseguir aligerar un hormigón?

Por cuatro vías básicas: utilizando áridos porosos —granos con muchos poros, es decir, muy agujereados— (Esquema N° 2.1), creando huecos entre los granos de los áridos (Esq. 2.2), combinando ambos métodos

anteriores (Esq. 2.3.) y, finalmente, gaseando la masa —ocluyendo burbujas de aire— (Esq. N° 2.4). Dado que en el hormigón ordinario la característica fundamental es la compacidad, y en el hormigón ligero es la porosidad, las reglas empleadas en la composición del primero no han de ser igualmente válidas para la formación del segundo.

En general, un hormigón ligero es aquel que posee una densidad o peso específico variable entre 300 kg/m^3 (escasa resistencia mecánica y alto poder aislante con una conductividad térmica de 0.08) y 1.600 kg/m^3 (mayor resistencia y menor poder de aislamiento térmico al tener una conductividad de 0.63).

La compacidad —o relación entre densidad aparente y den-

alidad real— en los hormigones ligeros oscila entre el 20% y el 65%; en un hormigón ordinario la compacidad esta próxima al 97%.

PROCEDIMIENTO

Veamos ahora una somera clasificación de los hormigones ligeros, que también ha servido para la programación de distintos ensayos físicos y mecánicos, principalmente a compresión y tracción indirecta con las tres primeras vías enumeradas anteriormente (3), en el Laboratorio de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, donde nos hemos centrado en la confección de probetas cilíndricas normalizadas fraguadas y curadas en cámara húmeda con las roturas previstas en la normativa específica. Mención especial merece el impulsor e iniciador de este trabajo de investigación, el doctor arquitecto D. Carlos Guigou Fernández, profesor titular de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que ha sabido transmitirme generosamente sus ganas, ánimos y conocimientos sobre este tema en particular y las rocas canarias en general.

Los hormigones ligeros pueden denominarse «ligeros», propiamente dichos, que son aquellos de baja densidad pero compactos y pueden resultar con una alta o una baja resistencia, y «cavernosos», que son de baja densidad pero menos compactos, con gran porosidad y consecuentemente también son bas-

tantes permeables, pudiendo resultar con mayor o menor resistencia.

También los hormigones ligeros pueden paralelamente dividirse en «contínuos» o de estructura cerrada, donde la masa se aprecia visiblemente unida o extendida sin interrupción (Esq. N° 2.1.), y en «discontinuos» o de estructura abierta, donde la masa presenta oquedades o está agujereada (Esq. N° 2.2).

RESULTADOS

Se van a relacionar brevemente los mismos según la división que ya hemos indicado anteriormente.

Continuos

Estos hormigones ligeros continuos o compactos pueden confeccionarse con áridos livianos naturales, artificiales o sintéticos. Los ensayos se han enmarcado, evidentemente, en la utilización de los naturales.

Compactos con áridos ligeros naturales

Se han seleccionado los siguientes áridos ligeros de origen volcánico:

- Puzolana (Toba blanca): Popularmente conocida como canto blanco o amarillo, con ella se han levantado muchos muros de carga de nuestras antiguas casas. Se han obtenido hormigones con densidades variables entre 1.200 y 1.700 kg/m³, y resistencias aproximadas en-

tre 170 y 205 kp/cm². Normalmente precisan una cantidad anómala de agua, es decir, la relación agua-cemento asciende a: A/C = 1'1 (5), para conseguir una mezcla trabajable y cohesiva—con descensos en conos de Abrams entre 4 y 5 cm.—, debido a la elevada absorción de agua por parte de este árido (Foto 3).

- Pómez (Piroclasto fonolítico): De los más antiguos, se empleaba aglomerado con cal en la construcción de paredes desde hace más de un siglo. Su absorción de agua oscila entre un 30% y un 50% en peso, lo que junto con su moderada resistencia, no hace aconsejable su empleo en hormigones compactos y si en hormigones «sin finos» (desprovistos de arena fina), lo que reduce la absorción de agua, incrementa la resistencia a compresión y disminuye la retracción. Se consiguen hormigones con densidades aparentes entre 0'8 y 1'2 kg/litros y una apreciable resistividad térmica. Aumentando la trabazón entre la pasta y el grano, mediante el aumento de la cantidad de cemento y adición de arena fina, nos beneficiamos en resistencia a compresión, suficiente como para emplearlo en elementos estructurales armados, pero se gana en peso y también en retracción. Por tanto, la resistencia mecánica varía aproximadamente entre 50 y 100 kp/cm² para el primer grupo, y entre 100 y 175 kp/cm² para el segundo (Foto 4).

- Picón (Piroclasto basáltico): Comúnmente utilizado en nuestra construcción desde casi siempre, se han obtenido hormigones que tienen una retracción más escasa y también una absorción más reducida que los



Foto 3: *Hormigón ligero de puzolana, sin finos.*



Foto 4: *Estructura porosa de pumita.*



Foto 5: *Hormigón ligero de picón.*

anteriores. Se alcanzaron una densidad aparente de $1'7 \text{ kg/l}$, y unas resistencias entre 150 y 250 kp/cm^2 . Comparándolo con un hormigón ordinario (pesado) de árido fonolítico que posee un 15% de porosidad aparente y una absorción del 7%, observamos que un hormigón ligero de picón presenta casi un 20% de porosidad aparente y una absorción entre el 11% y el 13%; por lo que precisa elevadas relaciones agua/cemento para conseguir, por un lado, una consistencia seco –plástica que determine masas muy dóciles (conos de 4 cm., ya que descensos mayores muestran mezclas con cohesiones muy deficientes)–, y, por otro lado, evitar la desecación rápida de la susodicha masa que los anchos poros del árido producen al necesitar inundarse de mayor cantidad de agua, por lo que se considera necesario mojar previamente este árido para impedir la rápida consunción del agua de amasado (Foto 5).

El conjunto de todos ellos se extienden a un gran campo

de aplicación, ya que pueden utilizarse tanto para sistemas estructurales (aporticados –es decir, de pilares, vigas y forjados–, masivos –osease, de fábricas de carga–, o muros de contención y vallado), como para preparar hormigones en masa (de aislamiento, de rellenos y de revestimientos verticales y horizontales), también para elementos prefabricados ligeros (paneles de fachada o divisorios, placas, losetas, baldosas, alféizares, albardillas, etc.), y muchos otros sistemas y elementos constructivos de menor orden.

Compactos con áridos ligeros artificiales

Se presenta a título puramente informativo, ya que no se dispone en nuestra tecnología constructiva local de este tipo de áridos, ni por fabricación, ni por importación, aunque sean más corrientes en países muy industrializados. Algunos áridos naturales (arcilla, pizarra, escorial etc.) se convierten en ligeros artificiales a través de

una transformación industrial, consistente en el elevado calentamiento de esos granos en un horno tubular, del que salen arcilla expandida, pizarra expandida o escoria expandida. Con los dos primeros se han obtenido una densidad de $1'7 \text{ Tn/m}^3$ y una resistencia por encima de 500 kp/cm^2 , por lo que pueden usarse para ejecutar hormigones estructurales armados y en masa; con el último, sobre parecida densidad, se presentan resistencias entre 30 y 150 kp/cm^2 , y pueden emplearse para hormigones aislantes, elementos prefabricados, etc.

Compactos con áridos ligeros sintéticos

Estamos en el mismo caso que el anterior, no se usan en nuestro entorno, pero se han hecho algunas pruebas, fundamentalmente dirigidas a elementos prefabricados. Introduciendo en la masa pequeñas bolitas de poliestireno expandido (porexpan), logramos hormigones que presentan densidades entre $0'2$ y $1'6 \text{ Tn/m}^3$, y resistencias entre 3 y 180 kp/cm^2 , y que sir-

ven para construir cerramientos aislantes y prefabricados ligeros (Foto 6).

Discontinuos

Estos hormigones ligeros discontinuos o cavernosos, poco compactos porque parecen un racimo de reducidas cavernas, pueden lograrse con dosificaciones o mezclas a las que se les quita una parte de los áridos.

Cavernosos sin áridos finos

No se añaden arenas o áridos de diámetro menor a 3mm., la relación agua/cemento es baja y se obtienen poros pequeños. La densidad está sobre 1'7 Tn/m³ y la resistencia entre 100 y 250 kp/cm².

Cavernosos monogranulares

La reducción del tamaño del hueco intersticial o poro cavernoso supone un incremento de la absorción capilar (6) por parte de la masa de hormigón, por lo que para reducir aquella, en lugar de optar por poros pequeños en gran número, hemos de optar por mayores poros en menor número.

Se debe utilizar solamente una fracción o diámetro de áridos: arenas de 1 a 3 mm., o gravillas entre 5 y 10 mm. o gravas desde 7 a 15 mm., así se produce una soldadura por puntos entre pasta (cemento y agua) y los granos de aquellos áridos (Foto 7).

• Con áridos pesados (basalto –Fot. 8–, fonolita, etc.): Aunque sean granos densos, se crean poros o huecos intersticiales que aligeran la masa, ob-

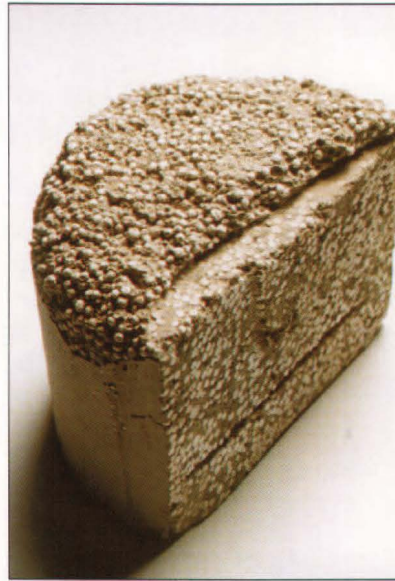


Foto 6: Hormigón ligero con árido sintético de "proexpan".

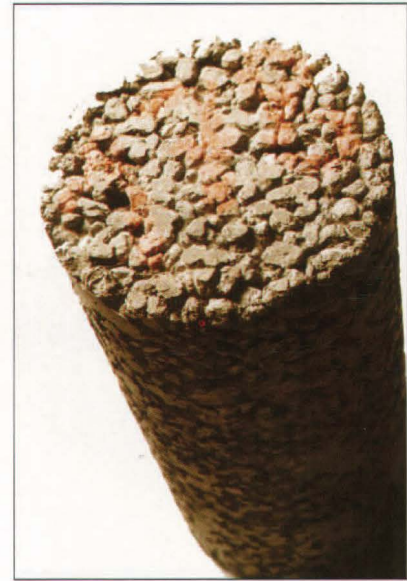


Foto 7: Probeta de hormigón ligero cavernoso.

teniéndose hormigones con una densidad de 1'7 Tn/m³ y una resistencia de 200 kp/cm². (Fotografía N° 9)

• Con áridos ligeros (puzolana, picón, etc.):

Se crean también poros o huecos intersticiales y además en los granos del árido existen poros, obteniéndose hormigones con densidades de 0'9 a 1'2 Tn/m³ y resistencias de 70 a 120 kp/cm² (Foto 3).

Con nuestros áridos lajeados, el volumen de huecos o poros intersticiales podría alcanzar el 60% de la masa por simple vertido, sin asentarla. Y esto ocurre con los granos muy deformes, angulosos, con volúmenes agudos –como nuestras fonolitas machacadas– o con muchas oquedades –como la piedra de pómez o el picón–, por lo que es difícil conseguir aquella pretendida «soldadura por puntos» (Foto 10); pues su-



Foto 8: Basalto "airado" por la acción mecánica del volcán.

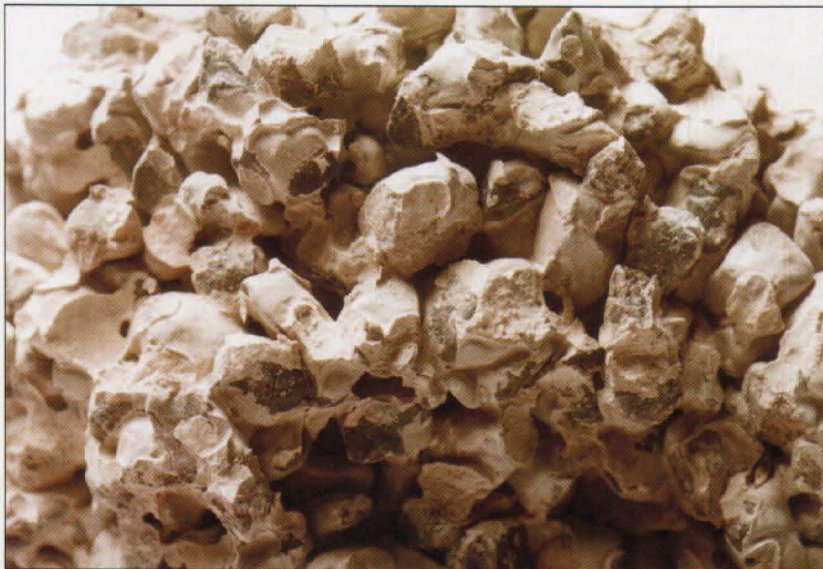


Foto 9: Huecos intersticiales de un hormigón ligero monogranular.

cede que se pierde cemento inútilmente, es como si el árido se lo «tragara» debido a la hondura de estas oquedades, por lo que la trabazón es muy deficiente. La cosa mejoraría si los áridos fuesen redondeados (Foto 11), ya que esa forma esférica tiende a la mayor agrupación de los mismos y a elevar el número de contactos de sus periferias, y, por tanto, la pasta podría adherirlos con mayor superficie y firmeza.

CONCLUSIÓN

Para hormigones ligeros continuos que son aquellos que emplean áridos ligeros porosos, se confeccionan compactos pero livianos, interesantes para conseguir hormigones estructurales de bajo peso armados o en masa, es decir, estructuras arquitectónicas portantes de igual resistencia con un 20 a un 30%

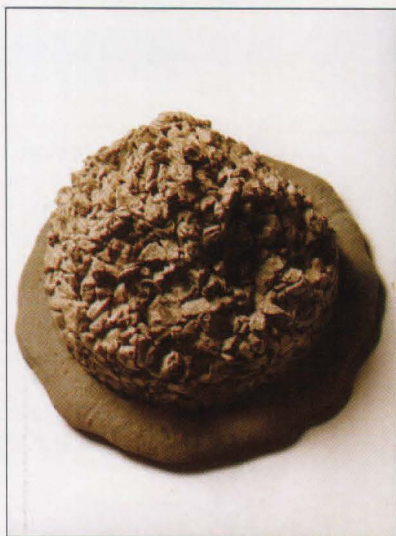


Foto 10: Hormigón ligero sin finos con el árido anguloso.



Foto 11: Hormigón ligero sin finos con áridos redondeados.

de menor peso; y también podemos conformar masas porosas y ligeras, conjugando el poro del árido con el hueco intersticial o poro creado entre granos, al presentarse oquedades entre los granos de árido por asentamiento ordinario de la mencionada masa, que pueden utilizarse para distintos prefabricados. En cualquier caso, ha de tenerse en cuenta que estos áridos porosos absorben muchísima agua que no podrá intervenir en la relación agua/cemento, decisiva para lograr la resistencia a compresión mínima, pues se queda almacenada en el árido y no actúa en la hidratación del cemento aunque sí en su curado posterior, al ir cediendo paulatinamente a la pasta.

Para hormigones ligeros discontinuos se desecha la secuencia gradual de granos, para pasar a emplear una sola fracción de áridos, entendida esta dentro de un margen comprendido entre un diámetro prefijado y su tamaño doble; se limita al mínimo posible la cantidad de pasta y ocurre que esta es insuficiente para tupidar los huecos que quedan entre los granos, alcanzando solamente a embadurnar la superficie de los mismos, y produce la unión entre ellos por puntos de contacto, lo que no garantiza su estabilidad. Así aparecen comprendidos, entre los granos, una serie de huecos o cavernas que logran aligerar considerablemente la masa pero no admitirá el armado, ya que las barras de acero necesitan adherirse continuamente en todo su perímetro con aquella masa para trabajar íntimamente con la misma, y previsiblemente presentarían problemas de corrosión por oxidación. Ahora bien, sería un estupendo ais-

lante térmico al incluir mucho aire —máximo opositor a la transmisión de calor/frío— entre su materia; por ejemplo, como hormigón ligero de formación de pendientes en cubiertas edificatorias, resultaría menos pesado y mucho más aislante térmico.

En la resistencia a compresión del compuesto, juega un importante papel la porosidad de la pasta endurecida, los huecos intersticiales y los poros de los propios granos, por lo que en este tipo de hormigones, la resistencia a compresión no resulta tan previsible como en el hormigón pesado ordinario.

Podemos concluir más específicamente, que comparando los hormigones ligeros de árido puzolánico con los de árido piroplástico, si bien poseen una resistencia a compresión similar, la resistencia a tracción es sensiblemente inferior debido a su escasa dureza; esto le hará, asimismo, detentar una escasa adherencia con las armaduras de acero que pudieran estar inmersas en piezas estructurales o no construidas con estos hormigones, pero este caso toda-



Clasificar y racionalizar las canteras de extracción de los varios tipos de áridos es una asignatura pendiente.

vía no se ha ensayado. Sin embargo, parece adecuado, en principio, limitar su uso a elementos de hormigón en masa, fundamentalmente comprimidos.

Finalizando, este artículo pretende llamar también la atención para que se pueda dividir el uso de hormigones según su distinta función estructural y constructiva, e invita, consecuentemente, a clasificar y racionalizar las canteras de extracción de los va-

riados tipos de áridos, a no utilizar las mismas pocas clases de áridos para toda la construcción y para todos los hormigones, cuando se puede y se debe emplear otros que proporcionan las mismas prestaciones y con mayor ligereza, por tanto, se enajenaría muchísimo menos material del territorio insular, se ahorrarían extracciones y se abaratarían los costos generales de obra y energía consumida, amen del menor peso de lo edificado.

NOTAS

1. Según la EH-91, en los comentarios al Artículo 1º, el Comité Eurointernacional del Hormigón define los hormigones estructurales de acuerdo a su peso específico en normales (superior a 2.000 y hasta 2.800 kg/m³), ligeros (de 1.200 a 2.000 kg/m³), y pesados (superiores a 2.800 kg/m³). En la misma norma, en su Artículo 28º.2., se tomarán las indicadas densidades o pesos específicos para el cálculo de los valores ca-

racterísticos de las cargas permanentes.

2. Según la citada normativa, en su Art. 26, la resistencia característica especificada del hormigón en la determinada por su ensayo a compresión al cabo de veintiocho días, expresada en kilopondios. La resistencia mínima del hormigón en función del tipo de acero en barras que se embeban en el es de 125 kp/cm², pero ordinariamente se toma 175 kp/

cm² para el cálculo estructural y construir edificaciones de ejecución normal. En los comentarios al Art, 46.2, para elementos de hormigón en masa, por razones constructivas y estructurales, se necesitan espesores mayores, lo que resulta antieconómico utilizar resistencias superiores a 200 kp/cm².

3. Actualmente, hay en marcha una Tesis Doctoral sobre este importante tema que

la desarrolla el profesor asociado al Departamento de Construcción Arquitectónica, D. Juan Rafael Pérez Cabrera, que puede servir también para obtener otros datos colaterales al trabajo de investigación que se ha planteado.

4. Como ya se ha dicho en el cuerpo del artículo, el comienzo de este proyecto investigador se debe al profesor titular, el doctor ar-

quitecto D. Carlos Guigou Fernández, de quién se ha tomado los primeros datos y resultados para seguir y continuar con el presente trabajo, en la ambiciosa línea que el ha abierto sobre el estudio de nuestras rocas y piedras de cara a la confección de hormigones autóctonos, para ir completando un conocimiento científico de aquellas y de estos.

5. El cociente agua-cemento indica la solidez o fluidez de una masa de hormigón, que suele estar entre 0'55 y 0'65, ya que el excesivo predominio o cantidad de agua producirá una baja en la resistencia de aquel.

6. Se refiere a la red capilar o vasos muy finos que recorren la masa del hormigón, los cuales pueden distinguirse a simple vista o llegar a tener tamaño microscópico.

GLOSARIO

Abrams.- Ley de, por la cual se rige la consistencia o la trabazón o cohesión entre las partículas de una masa de hormigón, y se mide por el descenso de la altura de aquella al retirarse el recipiente o balde cónico donde se la había ocluido.

Aglomerante.- Material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por efectos de tipo exclusivamente físico.

Árido.- Conjunto de fragmentos de materiales rocosos o pétreos, y de tamaños inferiores a 15 cm., empleados en la fabricación de hormigones y argamasas,

Basalto.- Roca volcánica efusiva pesada y dura de color oscuro (en ocasiones, negra), con textura microcristalina o porfídica, que contiene plagioclasa (generalmente, labrador) y piroxenos (nor-

malmente, augita), con o sin olivino. Presenta, como minerales accesorios, magnetita o ilmenita,

Compacidad.- Proporción de parte sólida (lo lleno) del volumen total de un árido o de un material.

Conglomerante.- Material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por efecto de transformaciones químicas en su masa, que originan nuevos compuestos.

Dosificación.- Dosis o graduación de las porciones de cemento, áridos y agua que se necesitan para confeccionar hormigones.

Fonolita.- Roca volcánica efusiva o hipoabisal oscura y resistente, que contiene más del 10% de feldespatoideos. En su mayor parte, está formada por feldespatos alcalinos y proporciones mode-

radas de minerales ferromagnésicos.

Fraguado.- Conjunto de procesos físico-químicos de carácter exotérmico, que hace que un conglomerante amasado con agua adquiera consistencia sólida.

Piroclasto.- Clasto o fragmento de un mineral o de una roca producido mecánicamente por una explosión volcánica.

Porosidad.- Porcentaje del volumen total de un sólido no ocupado por su materia constituyente (lo vacío),

Retracción.- Fisuración que se produce en un material hidratado al secarse el agua que posee, vencer su cohesión y disminuir su volumen.

Toba volcánica.- Roca volcánica formada por los productos piroclásticos consolidados.

BIBLIOGRAFÍA

ACI (American Concrete Institute): *Manual of concrete practice*. Portland, 1987.

ARREDONDO, F.: *Estudio de Materiales V: Hormigones*. Institu-

to de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1975.

CEB (Comité Euro-International du

Béton) y FIP (Fédération International de la Précontrainte): *Lightweight aggregate concrete. Manual of Design and Technology*. The Construction Press, London, 1977.

CEMBUREAU-The European Cement Association. *Lightweight aggregate concrete. Technology and world applications.* G. Bolgna /AITEC, Roma, 1974.

CI 80, Concrete International-1980: *Lightweight concrete.* The Construction Press, Lancaster, 1980.

FIP: *Manual of lightweight aggregate concrete,* Surrey University Press, Glasgow-London, 1977.

CUNEO SIMAN, H.A.: *Confiabilidad de estructuras dúctiles de hormigón liviano confinado,* Jornadas sobre estructuras y materiales, Volumen II. Madrid, 1988.

FERNÁNDEZ CANOVAS, M.: *Hormigón.* Servicio de Publicaciones del Colegio de In-

genieros de Canales, Caminos y Puertos.

GUIGOU FERNÁNDEZ, C.: *Influencia de las características petrográficas de los áridos canarios en las propiedades de hormigones.* Tesis Doctoral. E.T.S.A. de Las Palmas de G.C.

MOPTMA (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente): *EH-91 / Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado.* Centro de Publicaciones, Madrid, 1991.

KIEHNE, S. y BONATZ, P.: *Construcción con prefabricados de hormigón y hormigón armado.* Editorial Reverte, Barcelona, 1954.

PELLICER DAVIÑA, D.: *El hor-*

migón armado en la construcción arquitectónica. Edit. Bellisco, Madrid, 1989.

PORRERO, J.; RAMOS, C. y GRASES, J.: *Manual del concreto fresco.* Sidetur, Caracas, 1987.

SHORT, A, y KINNIBURGH, W.: *Concreto ligero.* Edit. Limusa Wiley, México, 1967.

VELÁZCO, G.J.: *Concreto liviano estructural: sustitución del fino liviano por arena natural.* Instituto de materiales y modelos estructurales. Boletín técnico, Caracas, 1984.

VILLORIA ALONSO, A.J.: *Hormigón ligero estructural.*

WEIGLER, H, y SIEGHART, K.: *Hormigones ligeros armados.* Edit. Gustavo Gili, Barcelona, 1974.

BIOGRAFÍA

Juan Francisco Hernández Déniz

Titulado en arquitectura en las especialidades de Edificación y Urbanismo por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) con la calificación de Notable. Becario de Investigación y Tercer Ciclo (1990-92) de la ULPGC adscrito al Departamento de Construcción Arquitectónica.

Master y Programa de Doctorado «Teoría y Práctica de la intervención arquitectónica en la ciudad existente» (1989-92). Ayudante de la E.T.S. de Arquitectura de la ULPGC de la asignatura de Construcción I (1992-94).

Curso de Doctorado «Restauración y Rehabilitación Arquitectónica» (1992-94). Profesor asociado de Construcción Arquitectónica desde el curso 1994-95. Miembro de la Agrupación de Arquitectos Peritos y Forenses del Colegio de Arquitectos de Canarias.

Dirección:

Departamento de Construcción Arquitectónica
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Tfno.: (928) 45 29 03 - Fax: (928) 45 13 78
Campus Universitario de Tafira
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Este trabajo ha sido patrocinado por:

HUARTE, S.A.