

## **morteros para juntas**

### **mortars for jointing**

(«Building Research Station Digest», núm. 126, septiembre 1959.)

El mortero ideal para juntas es aquel que, además de presentar una buena docilidad, alcanza rápidamente ciertas resistencias iniciales, sin que éstas a largo plazo sean mayores que las suficientes para el fin que ha de cumplir en albañilería. En este artículo se recomiendan los materiales y mezclas a utilizar en los diversos casos. En el Digest 120 se discutió con todo detalle el ataque de los sulfatos a los morteros y, por ello, no se dan más detalles sobre el particular en el presente artículo.

\* \* \*

Un buen mortero ha de tener una gran plasticidad. Se mantendrá en la paleta, se extenderá con facilidad y no cederá bruscamente parte de su agua ni endurecerá muy de prisa en contacto con un ladrillo absorbente, sino que conservará su plasticidad el tiempo suficiente para poder colocar el ladrillo en su posición y nivel. Esto contribuye a asegurar el desarrollo de una buena adherencia entre el ladrillo y el mortero, existiendo, en consecuencia, un menor riesgo de penetración de la lluvia a través del muro terminado.

El mortero necesita ser lo bastante fuerte para ofrecer una buena resistencia a la helada y debe desarrollar su propia resistencia con cierta rapidez, particularmente en invierno, cuando la obra está expuesta a la helada en sus primeras edades. Es frecuente la creencia errónea

de que los morteros más resistentes son los mejores; sin embargo, los ensayos de carga de muros y pilares (Digest núm. 75) han demostrado que la resistencia del mortero tiene menos influencia sobre la resistencia de la fábrica de ladrillo que la que normalmente se le supone. Además, una resistencia del mortero innecesaria tiende a concentrar los efectos de cualquier pequeño asiento en unas pocas grietas relativamente grandes; un mortero más débil es capaz de amoldarse a los pequeños asientos, y cualquier rotura tiende a distribuirse en forma de grietas capilares en las juntas, donde son menos apreciables. Las unidades que se contraen mucho al secarse, como por ejemplo los bloques de hormigón ligero, los sílico-calceos o los de hormigón, nunca deben sentarse sobre un mortero irregularmente resistente.

#### **TIPOS DE MORTERO**

##### **Mortero de cal.**

Tradicionalmente, el mortero se hace con cal y arena. Para que sea dócil será preciso rellenar los huecos entre los granos de arena con la pasta del aglomerante. Esto requiere alrededor de un volumen de cal por cada tres volúmenes de arena.

Los morteros de cal hechos con cales muy puras tienen muy buena docilidad,

especialmente si la cal se prepara haciendo una pasta a partir de cal viva. Sin embargo, el desarrollo de resistencias es muy lento; no fraguan, sino que endurecen, ya que pierden agua por absorción de los ladrillos o bloques y por evaporación, mejorando posteriormente en resistencias por el lento proceso de combinación con el anhídrido carbónico del aire. Por esta razón tales morteros son poco apropiados en los métodos actuales de construcción.

Las cales hidráulicas recibieron este nombre porque fraguan bajo agua, es decir, tienen constituyentes (análogos a los del cemento portland) que reaccionan con el agua formando una masa sólida. Las cales eminentemente hidráulicas alcanzan resistencias relativamente de prisa. Prestan excelentes servicios en manos de aquellos que están familiarizados con ellas y que saben por experiencia cómo se han de apagar y manejar. No se intenta reflejar en este artículo los procedimientos prácticos empleados en las diferentes regiones donde se dispone de cales hidráulicas y se utilizan normalmente con resultados satisfactorios.

Las cales semihidráulicas tienen características aglomerantes menos acusadas que las cales eminentemente hidráulicas, desarrollando sus resistencias relativamente despacio. Pueden mezclarse con cemento portland para así tener garantizada una resistencia inicial.

Las cales magnesianas no son hidráulicas, aunque frecuentemente se las considera así. Pueden alcanzar altas resistencias, superiores a las de las cales puras cuando se utilizan en mezclas sencillas de arena y cal, y pueden mezclarse con el cemento portland.

#### Mortero de cemento.

Utilizando cemento portland se pueden conseguir con más facilidad resistencias adecuadas en el mortero completamente endurecido, junto con un desarrollo rápido de resistencias en las primeras edades. Pero no es asequible en la práctica recuperar resistencia variando simplemente la relación cemento-arena, ya que las mez-

clas pobres de cemento y arena son ásperas y poco dóciles. Como en los morteros de cal, es necesario alrededor de un volumen de cemento por tres volúmenes de arena para obtener una mezcla dócil: un mortero de este tipo es demasiado fuerte para utilizarlo en el trabajo ordinario. Las mezclas de cemento-arena en la relación 1:3 son adecuadas para trabajos de importancia en ingeniería y en fábrica de ladrillo de resistencia similar, pudiéndose también utilizar en cimientos y bajo el nivel de la zona impermeabilizada; de este modo, se consigue un mortero impermeable y denso capaz de resistir los efectos en ambiente húmedo de las sales solubles que puedan estar presentes. En otras circunstancias los morteros ricos en cemento son poco adecuados.

#### Mortero de cal y cemento.

Los morteros hechos en proporciones adecuadas de cal y cemento tienen las ventajas de las buenas cualidades de cada uno de ellos.

Si se emplea como base un mortero de cemento 1:3, los morteros de cal y cemento se dosifican sobre el principio de que parte del cemento es sustituido por un volumen igual de cal para que la pasta aglomerante rellene los huecos de la arena. De esta forma pueden asegurarse una buena docilidad, retención de agua, propiedades aglomerantes y resistencias iniciales, sin que—por ello—las resistencias a largo plazo sean demasiado altas. La experiencia ha demostrado que la elección de un orden de mezclas de cemento, cal y arena en las proporciones 1:1:6, 1:2:9 ó 1:3:12, en volumen, reunirán la mayor parte de los requisitos, siempre que se sometan a ciertas correcciones como las que se indican en la tabla.

La cal empleada debe ser no hidráulica (de alto contenido en cal o magnesia) o semi-hidráulica. No es aconsejable mezclar cal eminentemente hidráulica con cemento, a menos que se tenga la certeza de que no hay riesgo de expansión por parte de las partículas no apagadas (ver Digest, núm. 46).

#### **Mortero con aire ocluido (empleo de plastificantes).**

Los plastificantes para morteros, que ocluyen aire en la mezcla, proporcionan hoy en día una alternativa a la cal para conseguir una buena docilidad en las mezclas de cemento y arena pobres en aglomerante. Efectivamente, las burbujas de aire sirven para aumentar el volumen de la pasta aglomerante, rellenando los huecos de la arena y, en consecuencia, mejorando la docilidad.

Los productos de este tipo, empleados para mejorar la docilidad, han demostrado ser aceptables en los métodos constructivos. Un estudio comparativo de las propiedades de diversas mezclas ha mostrado que un mortero de cemento-arena 1:6, mezclado con un plastificante eficaz, en la forma que indiquen las instrucciones del fabricante, puede considerarse como una alternativa razonable de las mezclas de cemento-cal-arena 1:1:6; una mezcla similar de cemento-arena 1:8 puede emplearse en lugar de una mezcla 1:2:9. Mezclas de cemento-arena aireadas, más pobres que las de relación 1:8, generalmente no son recomendables.

#### **Mortero de cemento de albañilería.**

Los cementos de albañilería consisten, normalmente, en una mezcla de cemento portland con un "filler" mineral muy fino y un agente aireante. La buena docilidad de los morteros hechos con estos cementos es consecuencia del efecto plastificante de los finos y del aire ocluido. Deben seguirse escrupulosamente las instrucciones de empleo dadas por los fabricantes.

#### **MEZCLAS RECOMENDADAS**

En la tabla se indican las mezclas de mortero a utilizar en cada caso particular. La base de orientación es que el mortero a utilizar no contendrá más que el cemento necesario para obtener la resistencia adecuada de la obra de fábrica, a no ser que exista una razón poderosa para elegir una mezcla rica. Por ejemplo, para construir en otoño e invierno son preferibles

las mezclas ricas, puesto que alcanzan resistencias rápidamente en un período suficiente para resistir los efectos de la helada.

Cuando los ladrillos o bloques tienen una elevada retracción por secado, se producen menos agrietamientos si se utiliza un mortero relativamente débil. La elección puede implicar ciertos riesgos de daños por la helada, debiéndose tomar las oportunas precauciones para proteger la obra que se está construyendo en tiempo frío.

El gran cuidado que se pone al elegir la mejor dosificación de un mortero, puede quedar anulado si los materiales para la mezcla se miden a paladas en lugar de hacerlo con cajas para la dosificación de áridos y si no se tiene en cuenta el aumento de volumen cuando están húmedos. Así, siete volúmenes de arena húmeda pueden ser el equivalente de sólo cinco volúmenes de arena seca. En el Digest número 44 se describe un método sencillo para medir la arena en volumen.

El error que se introduce al medir en volumen puede evitarse, en parte, si el mortero de cemento-cal-arena se prepara a partir de una mezcla húmeda 1:3 de cal-arena, puesto que cada volumen de esta mezcla es equivalente al mismo volumen de material seco. En consecuencia, al preparar un mortero de cemento-cal-arena 1:1:6 deberán mezclarse 1 volumen de cemento y 3 volúmenes adicionales de arena con 3 volúmenes de mezcla húmeda. De un modo similar, para una mezcla 1:2:9 deberán mezclarse 1 volumen de cemento con 6 volúmenes de mezcla húmeda y 3 volúmenes adicionales de arena, y para una mezcla 1:3:12, 9 volúmenes de mezcla húmeda y 3 volúmenes de arena se mezclarán con 1 volumen de cemento.

De otro modo también la mezcla húmeda puede hacerse en las proporciones cal-arena de 1:6; 2:9; ó 3:12, a mezclarse a razón de 1 volumen de cemento por 6, 9 ó 12 volúmenes de mezcla húmeda, respectivamente.

La preparación de mezcla húmeda, tal

como se ha indicado, es preferible a la preparación de una mezcla de cemento, cal hidratada seca y arena, debido a que la cal se hace más plástica si se mantienen en agua durante cierto tiempo antes de usarla. Cuando los constituyentes se emplean secos, la docilidad del mortero puede ajustarse y mejorarse aumentando la proporción de cal hasta en una mitad, como máximo.

El desarrollo de resistencias en los morteros de cemento y arena o de cemento-cal-arena depende del poder aglomerante del cemento, y éste se pierde en gran parte si la mezcla del mortero se deja reposar mucho tiempo y si se remueve después que el cemento ha iniciado su fraguado. Las mezclas deben prepararse en cantidades adecuadas para que éstas se utilicen dentro de un período de unas dos horas. Los sobrantes, pasado dicho tiempo, deben eliminarse.

Nunca debe añadirse yeso a los morteros hechos con cemento portland, ya que tales mezclas producen expansión en ambiente húmedo (Digest, núm. 43).

#### **Refuntado.**

El refuntado se hace mejor sobre la cama de mortero a medida que progresa la obra de fábrica. La mezcla que se utiliza para el refuntado, como operación independiente, no debe ser más resistente que el mortero de asiento. Cuando se trate de rejuntar obras de fábrica de ladrillo o de piedra antiguas, el mortero a emplear no contendrá más cemento que el necesario para obtener una resistencia adecuada a la intemperie.

#### **Eflorescencias.**

La obra de fábrica de ladrillo sentada con mortero de cemento muestra frecuentemente más eflorescencias que la sentada con mortero de cal. Aun cuando el cemento contribuye poco al contenido de sales del muro, la razón más importante es, probablemente, que la junta muy densa ofrece una elevada resistencia al paso de la humedad. En consecuencia, la mayor parte del agua presente se evapora a

través de la superficie del ladrillo depositando allí cualquier tipo de sales que puedan estar presentes. Esta es otra razón para eludir los morteros innecesariamente densos.

#### **SELECCION DE MATERIALES**

##### **Arena.**

No deben emplearse arenas muy finas con cales hidráulicas o ladrillos semivitrificados; cuando tengan que emplearse para otros fines, es aconsejable reducir la dosificación de arena como se indica en la llamada correspondiente de la tabla.

##### **FABRICA DE PIEDRA**

Los principios referentes a la elección del mortero pueden aplicarse a la unión y rejuntado de la fábrica de piedra (Digest, 20 y 21). Mezclas similares a los anteriores son recomendadas en las Normas Prácticas (C. P. 121.201 y 121.202), aunque no se ha intentado que éstas sustituyan a otras mezclas que se están utilizando con resultados satisfactorios.

No es recomendable utilizar morteros de cenizas para la unión y rejuntado de edificios históricos monumentales, ya que los sulfatos que contienen las cenizas pueden contribuir a la desintegración del mortero y provocar, a su vez, efectos perjudiciales sobre la propia piedra.

A veces, en edificios nuevos de piedra caliza, se observan manchas oscuras cerca de las juntas. Estas se deben a la reacción entre los álcalis procedentes del mortero y los restos de materia orgánica contenidos por la piedra. Tales manchas desaparecen pronto o se disimulan con los materiales depositados en su superficie, aunque durante cierto tiempo pueden afearla. Los cementos portland y las cales hidráulicas contienen cantidades variables de álcalis, y unos pueden producir más manchas que otros. Puede realizarse un estudio comparativo colocando trozos de piedra sobre galletas en bateas con agua, vigilando la formación de manchas por el agua absorbida que ha pasado por el mortero y que se evapora en la superficie de la piedra.

## MEZCLAS DE MORTERO QUE SE RECOMIENDAN

Tipo de construcción y lugar de empleo en obra	Grado de exposición a viento y lluvia	Epoca en que se construye	Mezclas que se recomiendan (partes en volumen) (1)
Muros de cerramiento. Ladrillos cerámicos. Bloques cerámicos. Ladrillos sílico-calcáreos. Ladrillos de hormigón (2). Bloques de hormigón. Mampostería.	Construcciones normales proyectadas para no resistir cargas pesadas.  Sobre el nivel húmedo.	Condiciones moderadas y bajo protección.  Condiciones moderadas y bajo protección.	Primavera y verano.  Otoño e invierno.
			1:2:8-9 Cemento : Cal : Arena. 1:8 Cemento : Arena (con plastificante). 1:3 Cal hidráulica : Arena. 1:1:5-6 Cemento : Cal : Arena. 1:6-6 Cemento : Arena (con plastificante). 1:2 Cal hidráulica : Arena.
		Condiciones severas.	Toda estación.
			1:1:5-6 Cemento : Cal : Arena. 1:5-6 Cemento : Arena (con plastificante). 1:2 Cal hidráulica : Arena.
	Construcciones normales proyectadas para no resistir grandes cargas. Parapetos, muros, cimientos en humedad (3).	Todas las condiciones.	Toda estación.
			1:1:5-6 Cemento : Cal : Arena, o 1:5-6 Cemento : Arena (con plastificante). 1:3 Cemento : Arena.
Ladrillos cerámicos con resistencia a la compresión superior a 350 kg/cm <sup>2</sup> .	Obras de ingeniería. En cualquier posición.	Todas las condiciones.	Toda estación.
			1:3 Cemento - Arena (4).
Muros interiores. (Incluso tabiques) (5).	Normal.	Primavera y verano.  Otoño e invierno.	1:2:8-9 Cemento : Cal : Arena. 1:8 Cemento : Arena (con plastificante). 1:3:10-12 Cemento : Cal : Arena. 1:3 Cal hidráulica : Arena.  1:2:8-9 Cemento : Cal : Arena. 1:8 Cemento : Arena (con plastificante). 1:1:5-6 Cemento : Cal : Arena. 1:5-6 Cemento : Arena (con plastificante). 1:2 Cal hidráulica : Arena.
Chimeneas altas.		Todas las condiciones.	Toda estación.
			1:2-3 Cal hidráulica : Arena. 1:2:8-9 Cemento : Cal : Arena.

(1) El término "cal" se refiere a cales no hidráulicas o semihidráulicas. Las proporciones dadas son para pastas de cal. Si la cal se mide en forma de hidróxido seco, la cantidad puede incrementarse hasta 1,5 volúmenes por cada volumen de pasta de cal; es preferible sumergir en agua el hidróxido, por lo menos durante la noche anterior al día de su utilización. Cuando se da un margen en el contenido de arena (por ejemplo, 5-6, 8-9 ó 10-12), se utilizará la más alta para la arena bien clasificada y la inferior para las arenas gruesas o uniformemente finas.

(2) Cuando se utiliza una mezcla 1:1:5-6 con ladrillos de hormigón o con silico-calcareos, los ladrillos serán de la clase A (1) o mejores (Normas británicas 187 y 1180).

(3) Debe dedicarse gran atención a la calidad de los ladrillos utilizados para estos fines; los ladrillos silico-calcareos y los de hormigón serán de tipo

especial (Normas británicas 187 y 1180), y los cerámicos tendrán un bajo contenido en sulfatos. Los morteros con cal magnesiana no deberán utilizarse por debajo del nivel de humedades, a no ser que la cal se encuentre hidratada por completo.

(4) Esta recomendación se aplica únicamente cuando se necesite el máximo posible de resistencias. En caso contrario, es mejor adoptar las recomendaciones generales para los ladrillos cerámicos.

(5) Para bloques de hormigón para tabiquería, que tienen una apreciable retracción por secado, es preferible una mezcla con bajo contenido de cemento. Con determinados tipos de bloques para tabiquería, como por ejemplo bloques de yeso o de anhidrita, debe utilizarse un mortero a base de yeso o de anhidrita.

C. S. C.

## Refractarios para hornos de Cemento

# "REFRACTA"

Cuart de Poblet (Valencia)

Teléfono 33

