

Cales hidráulicas nueva normativa

Las variaciones de composición de la roca de origen dan lugar a diversas cales, que varían desde muy puras y altamente cálcicas, hasta las altamente hidráulicas, con contenidos de óxido de calcio hasta menos del 50%.

Por
Monika Brümmer,
arquitecta

El carbonato cálcico se descompone con una calcinación desde 900 °C hasta unos 1000 °C, resultando de la reacción óxido de calcio y anhídrido carbónico, desprendiéndose este último con los productos de la combustión.

Posteriormente se procede al apagado del producto así obtenido con agua, dando lugar a un material hidratado, o cal apagada, en una reacción exotérmica, de la cual, según la cantidad de agua añadida, se obtiene un producto en polvo o pasta. La cal resultante, junto con agua, forma un mortero pastoso, que puesto en obra reabsorbe el dióxido de carbono de la atmósfera, siempre que el ambiente permita la evaporación, obteniéndose de nuevo el carbonato cálcico de la roca original.

Cuando la piedra caliza de la que se parte contiene impurezas de sílice o alúmina y se calcina a temperaturas de hasta 1200 °C (o sea por debajo de la sinterización), se disocia el carbonato dando óxido de calcio y anhídrido carbónico, reaccionando el óxido de calcio con los componentes arcillosos de la piedra: en primer lugar, se produce una evaporación del agua de cantera hasta los 110 °C; hacia los 700 °C comienza la descomposición de los silicatos que aportan las arcillas y a los 900 °C se descompone el carbonato cálcico. A una temperatura aun más elevada reaccionan los productos resultantes: óxido de cal (CaO), anhídrido silícico (SiO₂) y alúmina (Al₂O₃), formándose silicatos y aluminatos de calcio, que junto con el hidróxido cálcico (Ca(OH)₂) constituyen la cal hidráulica, denominación que proviene de fraguar en ambiente húmedo, incluso bajo el agua. Las propiedades hidráulicas del material obtenido son atribuidas a los silicatos, aluminatos y, en menor medida, feritos formados, pero el dióxido de carbono presente en el aire contribuye igualmente al proceso de endurecimiento.

Contra más hidráulica sea la cal, menos CO₂ es reabsorbido durante el proceso de endurecimiento del mortero, por ejemplo, una cal de mediana hidráulicidad reabsorbe alrededor del 50% de CO₂. En teoría, el hidróxido de calcio procedente de una caliza de muy elevada pureza

debería reabsorber cerca de la totalidad del CO₂, pero el ciclo nunca es completamente cerrado porque siempre hay pérdidas durante la combustión.

Definición, especificaciones y criterios de conformidad de cales para la construcción

En sustitución a la norma europea EN 459-1:2001, publicada por AENOR en septiembre de 2002 como versión española correspondiente: UNE-EN 459-1:2002, actualmente está en vigor la norma EN 459-1:2010 (UNE-EN 459-1:2011), con cuya aparición queda anulada la anterior norma de 2002, lo que se puede comprobar en la página web de AENOR. A esta norma están vinculadas las partes EN 459-2 y EN 459-3 de 2010, sobre métodos de ensayos y evaluación de conformidad.

Para este artículo, a petición de EcoHabitar y con su ayuda, he recogido datos de los fabricantes y distribuidores españoles de cales hidráulicas de diversos tipos, tanto de marcas nacionales como de importación, para un estudio comparativo con las exigencias de la norma en vigor. Para mi sorpresa dos de los tres fabricantes nacionales de "cal hidráulica" no se habían enterado todavía de la entrada en vigor de una nueva normativa y uno de tres estaba convencido de que la norma en vigor y el primer estándar en contemplar jamás las cales hidráulicas en España es la UNE EN 459:2002. Una de tres cales "NHL" (cal hidráulica natural) de fabricación nacional, no cumple siquiera con la norma caducada, mientras que la normativa en vigor es más exigente. Solo las dos clases comercializadas como "HL" (cal hidráulica) tienen algunos ensayos realizados conforme al estándar actual, aunque todavía faltan datos relevantes.

De momento es imposible que cualquier cal hidráulica, producida en España, tenga la certificación EN, porque no hay ningún productor certificado en España (no hay ninguno registrado). Esto significa que no hay control externo. Me he encontrado con productores nacionales que



vocar grandes problemas, aplicado en la restauración y nueva construcción, debido a la gran cantidad de sales que puede contener.

Conclusiones

En todas las cales, es esencial elegir la clase de resistencia según el trabajo a realizar, en general las cales de alta hidráulicidad son más adecuadas para soleras, cimentaciones ciclópeas, muros de contención, muros de piedra, algunos morteros de albañilería, mientras las cales de mediana y baja hidráulicidad son las más indicadas para acabados, morteros de albañilería y rejuntados, ya que dejan transpirar más, son más elásticas, tienen menos tendencia a fisuración a largo plazo y son más aislantes y reguladoras de humedad ambiental.

También fraguan más lentamente, que es una ventaja a la hora de hacer un acabado o trabajo decorativo. Para poder realizar un trabajo con buen resultado recomiendo consultar con cada distribuidor la aptitud para el trabajo en concreto, las dosificaciones según el trabajo a realizar, los áridos a utilizar, las precauciones a tomar en la puesta en obra y las medidas de seguridad.

A la hora de elegir una adecuada cal hidráulica natural (NHL), las mejores son aquellas bajas en sulfatos, ricas en cal libre, bajas en residuos y de baja densidad. Esto último significa que tenemos más volumen con el mismo peso, lo que puede reducir considerablemente el consumo de cal, y el coste. Otro aspecto interesante es la finura blaine, porque contra más fina la cal, más plasticidad tiene, no solo significa un ahorro de material (se puede reducir la dosis), también las hace más manejables a la hora de hacer un acabado fino con marmolina o árido tamizado.

Los colores varían según clase, de blanco a beige o gris claro, por lo cual, junto con el color de arena, hay

imprimen un marcado CE en la publicidad, sin tener número de registro de productor certificado.

Los distribuidores de marcas de cales hidráulicas de importación estaban bastante bien informados y prestaron una excelente colaboración, pero en casos puntuales todavía se venden cales hidráulicas con la normativa antigua "porque los clientes están familiarizados con estos productos", o sea se está practicando un periodo de transito, fuera de plazo, prohibido en el país de origen.

Novedades de la nueva normativa

La normativa europea anterior a la vigente distinguía entre cales hidráulicas naturales NHL (cales producidas por la calcinación de rocas más o menos arcillosas o silíceas con reducción a polvo por apagado, con o sin molienda), cales hidráulicas naturales NHL-Z, o sea NHL's con aditivos para elevar su hidráulicidad y cales hidráulicas HL. Las últimas eran cales hidráulicas "artificiales" principalmente constituidas por hidróxido de calcio, silicatos de calcio y aluminatos de calcio producidos por la mezcla de constituyentes adecuados, sin necesidad de declarar los ingredientes del "coctel".

La nueva norma introduce mejoras en la cal hidráulica natural NHL, ya que su contenido en cal libre era considerado muy bajo y su contenido en sulfatos demasiado alto. También se ha rebajado la tasa de residuos a 200 micras (mal cocidos y otros). En consecuencia, las cales NHL, conformes a la norma en vigor, han mejorado respecto a las anteriores, que es el mayor logro de la norma, y las adiciones de yesos o cemento como regulador de fraguado, y otros agentes se han reducido al 0,1 %, hasta tal punto que algunas fábricas no han sido capaces de adaptarse, por lo cual sus NHL's de la norma anterior pasaron a HL's conformes a la norma vigente. El nuevo estándar también elimina el confuso nombre NHL-Z, que, al parecer un producto "natural" no deja sospechar cemento a primera vista, del que se ha podido añadir hasta el 20% (a declarar en porcentaje en el dorso del saco), y puede pro-

Grupos de cal establecidos por la normativa vigente

Cal hidráulica natural (NHL):

Cal hidráulica natural es una cal con propiedades hidráulicas, resultando de la cocción de piedras arcillosas o silíceas (incluyendo la tiza) más o menos calizas, con reducción a polvo por apagado, con o sin molienda. Tiene propiedades de configuración y endurece cuando se mezcla con agua y por reacción con dióxido de carbono del aire (carbonatación). Las propiedades hidráulicas resultan exclusivamente de la composición química especial de la materia prima natural. Se permiten hasta el 0,1% de agentes. La cal hidráulica natural no contiene ningún otro aditivo. Hay tres clases según hidráulicidad.

Cal hidráulica (HL):

Cal hidráulica es una mezcla de cal y otros materiales como cemento, escoria de alto horno, cenizas volantes, filler calizo (carga) y otros materiales adecuados. Tiene la característica de fraguar bajo el agua. Pero el dióxido

de carbono atmosférico también contribuye al proceso de endurecimiento. No es necesario declarar los ingredientes. Hay tres clases según hidráulicidad.

Cal Formulada (FL):

Cal formulada es una de cal con propiedades hidráulicas, compuesta principalmente de cal aérea (CL) o cal hidráulica natural (NHL) con adición de material puzolánico o hidráulico. Tiene la característica de fraguar cuando se mezcla con agua y de endurecer también por reacción con dióxido de carbono del aire (carbonatación). Aparte del grado de hidráulicidad (FL5, FL3,5, FL2) hay los subgrupos A, B y C en cada una, según porcentajes de cal libre, que pueden ser más altos en esta cal que en las anteriores, sobre todo si se basa en cal aérea. Su composición se tiene que declarar en porcentajes en los envases.

posibilidad de ir a juego con piedra vista, o de colorear los de mayor blancura.

Son mejores las de un alto índice de sílice combinado y un bajo índice de aluminio tricálcico y ferro-aluminatos de calcio porque evitan reacciones con los sulfatos. Desgraciadamente no tenía suficientes datos para incluirlos en la tabla, ya que no es un dato normalizado.

En la **cal hidráulica (HL)**, el material más despreocupante son las cargas (filler calizo).

Otros aditivos como cemento y escorias pueden provocar eflorescencias, radioactividad o sensibilidad para personas con SQM. Este material es más económico aunque se debe evitar en revestimientos y en restauración, también porque al no saber que ingredientes puede llevar, salvo si es de una fuente de confianza, no se sabe cómo se comporta a largo plazo.

En la **cal hidráulica FL** uno de los problemas es la diversidad de productos que se utilizan para conseguir la hidráulica, porque en un material "de diseño" no se saben los efectos a largo plazo. La ventaja frente a la cal hidráulica HL es la declaración completa de ingredientes, aunque interpretarla es cosa de expertos, como muestra el ejemplo a continuación:

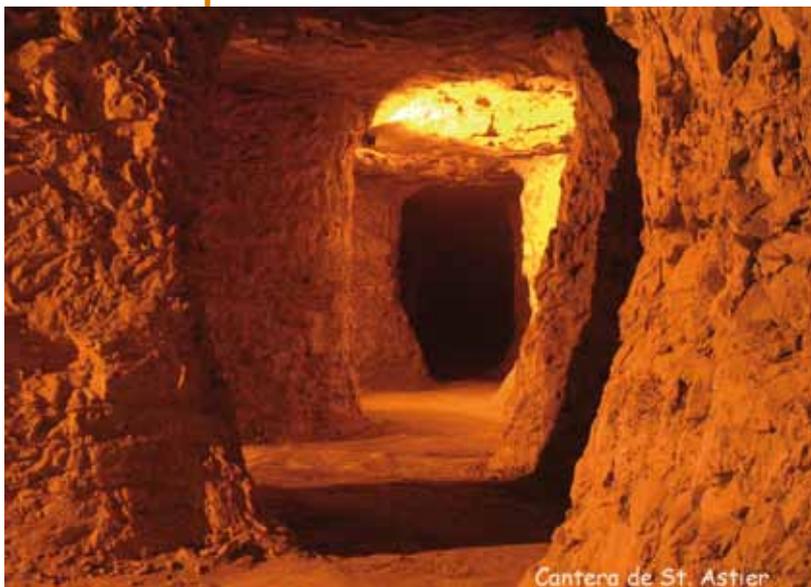
EN 459-1 FL B 5
contains cement
CL55, K30, L10 (= calcic lime 55%, portland cement 30%,
limestone filler 10%)
iron sulfate: 2%
water retainer: 0,5%.

La adición de cemento, especialmente de cemento natural rápido puede reducir el inicio de fraguado, que rompemos si añadimos agua o movemos el mortero pasado 20-30 minutos, por lo cual no alcanzara la resistencia declarada. Cosa que no pasa en condiciones de laboratorio.

Lo que no está claramente definido es la diferencia entre HL y FL. Es muy probable que con la siguiente actualización de la norma desaparezca la primera.

Sin duda la mejor opción, aunque quizá la menos económica "a corto plazo" es la cal hidráulica natural. La conformidad con la norma en vigor y las recomendaciones anteriores son importantes para evitar problemas, o sea gastos "a medio o largo plazo".

Con estos gastos me refiero a mantenimiento, porque se cae la pintura o se ven destruidos los morteros por sales, y que son muy superiores a la diferencia en precio entre un



Cantera de St. Astier

Norma vigente

características	mecánicas		físicas				
	resistencia compresión (MPa)		residuos (en % masa)		agua libre %	tiempo de fraguado (horas)	
	7 días	28 días	0,09 mm	0,20 mm		inicio	final
Norma vigente EN 459:2010 UNE-EN 459:2011							
NHL 5 (NORMA)	≥ 2	≥ 5 - ≤ 15	≤ 15	≤ 2	≤ 2	> 1	≤ 15
NHL 5 Secil (P)	4	7,1	9	1,5	0,6	3,25	?
NHL 5 Socli (F)	3,38	8,26	7,2	1	0,6	4,58	9,58
NHL 5 St. Astier (F)	4	9	3,7	0,1	?	2,5	?
NHL 3,5 (NORMA)	-	≥ 3,5 - ≤ 10	≤ 15	≤ 2	≤ 2	> 1	≤ 30
NHL 3,5 Calcia (F)	-	5,9	0,6	0	0,9	6,8	14,4
NHL 3,5 Lafarge (F)	-	5	2	0,3	0,6	5,8	8,33
NHL 3,5 Secil (P)	-	6	7,2	1,1	1,2	5,83	?
NHL 3,5 Socli (F)	-	6,48	7,3	1,1	0,6	5,33	15,3
NHL 3,5 St. Astier (F)	-	7	8,5	0,9	?	3,5	?
NHL 2 (NORMA)	-	≥ 2 - ≤ 7	≤ 15	≤ 2	≤ 2	> 1	≤ 40
NHL 2 Limepor (I)	-	2,5	?	?	?	1,83	7
NHL 2 Socli (F)	-	5,39	1,9	0,2	0,7	19,6	20,8
NHL 2 St. Astier (F)	-	3,5	4	0,4	?	5,5	?
HL 5 (NORMA)	≥ 2	≥ 5 - ≤ 15	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 15
HL 5 Secil (P)	2,9	5,7	9,3	1	0,4	2,39	4,52
HL 5 Gordillo's (E) (1)	4,12	5,22	?	26,8	?	?	?
HL 3,5 (NORMA)	-	≥ 3,5 - ≤ 10	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 15
HL 3,5 Gordillo's (E) (1)	-	3,47	?	27,2	?	?	?
HL 2 (NORMA)	-	≥ 2 - ≤ 7	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 15
FL 5 (NORMA)	≥ 2	≥ 5 - ≤ 15	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 15
FL 3,5 (NORMA)	≥ 2	≥ 3,5 - ≤ 10	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 30
FL 2 (NORMA)	≥ 2	≥ 2 - ≤ 7	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 40

Norma anulada

características	mecánicas		físicas				
	resistencia compresión (MPa)		residuos (en % masa)		agua libre %	tiempo de fraguado (horas)	
	7 días	28 días	0,09 mm	0,20 mm		inicio	final
Norma anulada EN 459:2001 UNE-EN 459:2002							
NHL5 NORMA	≥ 2	≥ 5 - ≤ 15	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 15
NHL5 Tigre (E)	4,4	8,1	13,8	1,9	1,4	1,75	?
NHL5 C. Pascual (E) (2)	3,7	7,7	<15	<5	35	0,23	?
NHL3,5 NORMA	-	≥ 3,5 - ≤ 10	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 15
NHL3,5 Tigre (E)	-	4,6	13,6	1,9	1,3	4,25	?
NHL2 NORMA	-	≥ 2 - ≤ 7	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 15
NHL-Z 5 NORMA	≥ 2	≥ 5 - ≤ 15	≤ 15	≤ 5	≤ 2	> 1	≤ 15
NHL5-Z Lafarge (3)	7	14	2,3	0,3	0,5	2,92	4,57
NHL5-Z Limepor (3)	?	?	?	?	?	2,33	6,5

(1) Uno o varios datos no son conformes a la normativa en vigor. Al ser basada en cal aérea pura y cal aérea magra y procedente de una fábrica de cal aérea donde domina la piedra caliza de alta pureza, pudiera encajar mejor en la clasificación de las cales FL, probablemente clase A.

(2) Uno o varios datos no son conformes a la normativa anulada.

(3) Esta cal debe pasar a HL o FL, en adaptación a la normativa en vigor.

material bueno y otro sin conformidad. La ausencia de cemento y la composición natural facilita la reutilización futura de ladrillos, tejas y piedras, así como el reciclaje.

El gran margen antes del inicio de fraguado permite que algunas NHL se puedan gastar y remover pasadas horas de amasado, sin perjudicar la resistencia final.

								químicas		aditivos	componentes a declarar	CE	distribuidores
densidad (kg/dm ³)	peso específico (g/cm ³)	contenido de aire mortero %	finura blaine (cm ² /g)	expansión (mm)	penetración (mm)	cal libre %	SO ₃ %	marcado					
-	-	<5	-	<20	>10, <50	≥ 15	≤ 2	hasta 0,1%	-	si			
0,65	2,7	?	9400	0,5	14	18,8	1,44	-	-	si	CANNABRIC		
0,76	2,64	?	12412	0,6	?	22,5	0,89	-	-	si	BIOMAT		
0,65	2,05	?	8000	?	?	22	0,60	-	-	si	NATURCAL		
-	-	<5	-	<20	>10, <50	≥ 25	≤ 2	hasta 0,1%	-	si			
0,68	2,49	?	12820	0,1	?	28,5	0,99	-	-	si	BIOMAT, CANNABRIC		
0,59	2,53	?	10700	0,8	?	44	0,80	-	-	si	LAFARGE		
0,65	2,70	?	9000	0,3	?	25,9	1,20	-	-	si	CANNABRIC		
0,74	2,59	?	1011	0,7	?	30,06	0,83	-	-	si	BIOMAT, CANNABRIC		
0,60	2,10	?	9500	?	?	26	0,60	-	-	si	NATURCAL		
-	-	<5	-	<20	>10, <50	≥ 35	≤ 2	hasta 0,1%	-	si			
0,55	?	?	?	?	?	?	?	-	-	si	KIMIA		
0,62	2,52	?	14640	0	?	45	0,85	-	-	si	BIOMAT, CANNABRIC		
0,45	2,05	?	10500	?	?	58	0,6	-	-	si	NATURCAL		
-	-	<25	-	<20	>10, <50	≥ 4	≥ 3	diversos	-	si			
0,61	2,72	?	7400	9,3	?	16,8	1,2	filler calizo	-	si	CANNABRIC		
0,6	?	?	?	0,5	?	?	1,99	cemento r.	(1)	no	nacional		
-	-	<25	-	<20	>10, <50	≥ 8	≥ 3	diversos	-	si			
0,5	?	?	?	5,5	?	?	1,86	cemento r.	(1)	no	nacional		
-	-	<25	-	<20	>10, <50	≥ 10	≥ 3	diversos	-	si			
-	-	<25	-	<20	>10, <50	≥ 40 <20 (A)	≥ 2	diversos	todos en %	si			
-	-	<25	-	<20	>10, <50	≥ 25 <50 (B)	≥ 2	diversos	todos en %	si			
-	-	<25	-	<20	>10, <50	≥ 15 <40 (C)	≥ 2	diversos	todos en %	si			

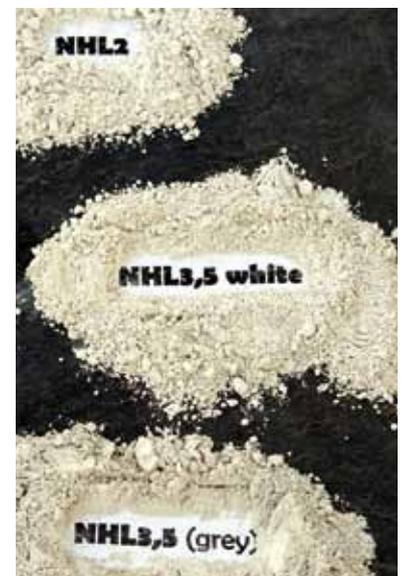
								químicas		aditivos	componentes a declarar	CE	distribuidores
densidad	peso específico (g/cm ³)	contenido de aire mortero %	finura blaine (mm ² /g)	expansión (mm)	penetración mm	cal libre %	SO ₃ %	marcado					
-	-	-	-	<20	>10, <50	≥ 3	≤ 3	permitidos	-	si			
0,99	?	4,3	?	0,5	35	4,3	1,94	-	-	no	nacional		
0,8	?	?	?	0	?	2,5-3	3,5-4	-	-	no	nacional		
-	-	-	-	<20	>10, <50	≥ 9	≤ 3	permitidos	-	si			
0,75	?	4,9	?	0,5	24	29,8	1,96	-	-	no	nacional		
-	-	-	-	<20	>10, <50	≥ 15	≤ 3	permitidos	-	si			
-	-	-	-	<20	>10, <50	≥ 3	≤ 3	hasta 20%	aditivos en %	si			
0,64	?	?	?	?	?	35,4	0,8	cemento	c. blanco 19%	si	LAFARGE		
0,53	?	?	?	?	?	?	?	puzolana	puzolana 4%	si	KIMIA		

Las cales NHL de importación, de momento, son más fiables debido a las buenas, hasta excelentes, materias primas y la larga experiencia. Las "NHL" nacionales, parten del cemento natural rápido, lo que se puede dejar notar en una mayor rapidez en el fraguado inicial y una elevada densidad (más consumo de material) y también su composición química, si se miran detalles adicionales, que van más allá de los normalizados. Los contenidos son más altos en trióxido de azufre (hasta más cantidad de lo que permite la norma), más altos en residuos y hasta mucho más bajos en cal

libre (la mayoría más bajos de lo que permite la norma actual), tampoco poseen marcado CE y todavía no van conformes a la UNE-EN 459:2011 por lo que queda un gran esfuerzo por hacer para alcanzar el nivel de calidad de las cales NHL de importación.

La tabla adjunta recoge algunos datos actuales en comparación, para facilitar la elección al consumidor.

Fuentes:
Normativa relacionada actual en diferentes lenguas, diversas fuentes de internet en consulta de normativa antigua, material propio, material facilitado por los distribuidores oficiales o fabricantes.



© Silvester Wessels