

UNA NUEVA NORMA QUE ESPECÍFICA LAS CARACTERÍSTICAS DE UN AGLOMERANTE FORMADO POR UNA MEZCLA DE CAL Y PUZOLANA PARA CONSTRUIR MORTEROS HIDRÁULICOS

Después de varios siglos de un uso extensivo de mezclas de cal y puzolana en obras de construcción urbanas y marítimas —cuyo testimonio son edificaciones de larga vida— hoy son materia de normas como aglomerantes con propósitos estructurales, en albañilería como morteros de juntas y también como morteros de revestimiento en interiores y exteriores y, en este último caso, para soporte preferente para revestimiento de yeso.

La norma a la que hacemos referencia es la NTP 334.176:2011. CALES. Especificación normalizada para la cal hidráulica puzolánica para propósitos estructurales, la misma que corresponde a la norma ASTM C 1707:2011.

Esta especificación comprende dos tipos de productos:

- Cal hidráulica puzolánica para uso en morteros,

mortero de revestimiento como soporte de yeso y las capas del interior y exterior con denominación PHL

- Cal hidráulica puzolánica con cemento Portland, con inclusión no mayor de 20% por peso, denominación PHLc.

Los requisitos que se normalizan para ambos productos son los siguientes:



Yacimientos de Puzolana. Color rojizo – similar a las puzolanas romanas. Cementos Lima S.A.A.

REQUISITOS DE LAS CALES HIDRÁULICAS PUZOLÁNICAS

Propiedad	PHL, PHLe
Químicas	
Álcali soluble al agua, % máximo	0,2
SO ₃ , % máximo	3,0
CO ₂ , % máximo (como base producida)	16,0
Físicas	
Finura	
Retenido en tamiz de 30 % máximo	<0,5
Retenido en tamiz de 200 % máximo	<15
Tiempo inicial de fraguado, hora máxima	24
Tiempo final de fraguado, hora máxima	48
Expansión autoclave % máximo	0,80
Contenido de aire	
Porcentaje máximo	7,0
Porcentaje mínimo	
Retención de agua, porcentaje mínimo	70
Mecánicas	
Resistencia a la compresión mínima N/m ² , 28 días	>2,4

REQUISITOS DE LOS MATERIALES COMPONENTES DE CALES Y PUZOLANAS

La cal hidratada utilizada para estos propósitos está normalizada por la NTP 334.145 CALES. Cales hidratadas para albañilería.

Los requisitos de los tipos S y N son los siguientes:

Requisitos químicos de la cal hidratada

Tipos de cal hidratada	N	S
Óxidos de calcio y magnesio (en base no volátil), mín., %	90	95
Dióxido de carbono (en base como es recibida), máx., %:	5	5
Si la muestra se toma en el lugar de fabricación	7	7
Si la muestra se toma en otro lugar		
Óxidos sin hidratar (en base como es recibida), máx., %	----	8

Requisitos físicos de la puzolana

Las características de la puzolana son establecidas por la NTP 334.150. CALES. Puzolanas y ceniza volante para su uso con cal. Requisitos y métodos de ensayo. En ella se especifica las siguientes características físicas para puzolana.

Puzolanas. Requisitos físicos	
Fracción soluble en agua, máx., %	10,0
Finura, cantidad retenida, cuando se tamiza en húmedo:	
Tamiz N.° 30 (600 µm), máx., %	2,0
Tamiz N.° 200 (75 µm), máx., %	30,0
Resistencia puzolana-cal, resistencia a compresión mín., MPa:	
A 7 días, 54 °C ± 2 °C	4,1
Después de 21 días adicionales, 23 °C ± 2 °C	4,1

Cemento

El cemento Pórtland debe cumplir con las disposiciones de la NTP 334.009. CEMENTOS.
Cemento Portland. Requisitos. 3a. ed.



Horno Horizontal para producción de Cal.
Cementos Sur S.A.



Cal en envase big bag 1.2 ton.
Cementos Pacasmayo S.A.A.

ANTECEDENTES

Los morteros de cal y puzolana fueron desarrollados por los griegos y los romanos un siglo antes de nuestra era. Estos han sido documentados por Vitruvio en el célebre texto Los diez libros de arquitectura que data entre los años 23 o 27 a. d. C. Vitruvio definía las puzolanas y sus aplicaciones como un polvo mezclado con cal y grava que produce una albañilería tan resistente que no solo sirve para los edificios ordinarios, sino para su uso bajo el agua porque también se endurece.

Posteriormente, especialmente en la Edad Media, si

bien las características de las cales decrecieron y el uso de las puzolanas se mantuvo, en Italia y parte de Alemania los más significativos tratadistas reivindicaron la importancia de la durabilidad de las construcciones o aglomerantes de cal-puzolana, tal como se corrobora en las obras de Belidor, Arquitectura hidráulica, libro I, París - 1788 y de J. Rondelet en, El arte de construir, París - 1805.

Los autores que podrían considerarse contemporáneos son Feret y, en la década de 1930, F. M. Lea, Ferrari y Michaelis quienes con sus investigaciones lograron importantes aportes.

Los morteros tradicionales utilizados en Italia estaban constituidos por un volumen de cal apagada y dos volúmenes de puzolana no molida. Posteriormente, la puzolana se molía para aplicarse en polvo.

La resistencia alcanzada en los morteros de cal puzolana varía en relación con las proporciones de los materiales utilizados en la mezcla. En ensayos realizados, se ha determinado que, en sus épocas iniciales, la mayor resistencia se obtuvo con una porción de cal hidratada y cuatro porciones de puzolana en peso y una relación 1.3 de aglomerante y agregado. En mezclas con mayor contenido de puzolana, se obtiene una mayor resistencia a largo plazo.

Las puzolanas preferidas son aquellas que tienen un elevado contenido de calcio. La finura de la puzolana es un parámetro de importancia en la resistencia. Se ha determinado que el incremento



Obras hidráulicas romanas ejecutadas con mortero de cal y puzolana.

de la temperatura ambiente favorece el aumento de la resistencia.

Existe experiencia empírica que las resistencias iniciales de los morteros de cal y puzolana se incrementaban en un comienzo con pequeñas adiciones de yeso, aunque estas no superaban el 3% de la mezcla. Además, el curado húmedo incrementa la resistencia de los morteros.

MGC