

Mejoramiento de Morteros a Través de Nopal[♦]

Hernández-Zaragoza J. B.¹, Coronado-Márquez A.², López-Lara T.¹, Horta-Rangel J.¹
Universidad Autónoma de Querétaro
Santiago de Querétaro, Querétaro. México

RESUMEN

El nopal ha tenido gran aplicación en la construcción de edificios mexicanos desde tiempos remotos, y ahora en nuestros días, se ha retomado los conocimientos anteriores para realizar nuevas aplicaciones en materiales cementantes como es el caso del cemento Portland utilizado en morteros. Los resultados de la investigación demuestran que los morteros fabricados con nopal como aditivo tuvieron mayores resistencias a compresión que aquéllos que se elaboraron sin aditivo, además mejoró enormemente el tiempo de fraguado, es decir, el nopal se comporta como retardante en la fabricación de morteros.

PALABRAS CLAVE: Nopal, cemento Portland, mortero.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria de la construcción está realmente interesada en la búsqueda de nuevos materiales que ayuden a la optimización de procesos constructivos. Un material de gran importancia para el desarrollo de dichos procesos, es el cemento Portland. El cual es base primordial para la elaboración de morteros y concretos. Por tal motivo nos dimos a la tarea de buscar la manera de favorecer las propiedades físicas y mecánicas de los morteros con la ayuda de un aditivo que sea natural.

Según la Norma Oficial Mexicana NMX-C-021, **Mortero Portland** es el conglomerante hidráulico que se usa en trabajos de albañilería y puede contener uno o más de los materiales siguientes: cemento Portland, arena o grava.

La Cement Concrete Terminology, ACI SP-19 define un **Aditivo** como un material diferente del agua, de los agregados y del cemento, que se emplea como componente del concreto o mortero, agregándose a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado.

El boletín (No.162) de servicios agrícolas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), referente a la “Utilización agroindustrial del nopal”. (Sáenz et. al., 2006) declara que son muchos los sectores industriales que se pueden beneficiar con la explotación de los nopales, desde la industria alimentaria y sus industrias asociadas, hasta la industria de la construcción, pasando por la farmacéutica y la de los cosméticos.

Tomando como base que ancestralmente los indígenas aprovecharon el mucílago del nopal para pegar adobes (Granados, 1997). Y que para el recubrimiento de muros se utilizaron mezclas de cal con mucílago. Surgió la inquietud de investigar acerca de las propiedades físicas y mecánicas de los morteros.

[♦] Received 6 September 2008; Accepted 20 September 2008

¹ Doctor. Profesor Tiempo Completo, Facultad de Ingeniería, Cuerpo Académico de Materiales, Universidad Autónoma de Querétaro.

² Ingeniera Civil. Alumna de la Maestría en Construcción, Facultad de Ingeniería UAQ.

Investigaciones recientes demuestran los beneficios de incrementar nopal a cementantes como la cal, el yeso y el cemento Portland. (Hernández-Zaragoza, et. al., 2007).

Se ha demostrado que el nopal funciona como aditivo para la construcción aún cuando se utiliza la totalidad de este, es decir mucílago y cáscara del nopal mediante una desecación a altas temperaturas. (Noriega J, 2005)

MATERIALES, EQUIPO Y MÉTODOS

Materiales

Los materiales utilizados son: cemento Portland, agua y polvo de nopal. La combinación de estos tres nos da como resultado el mortero en estudio.

El cemento utilizado para el desarrollo de las pruebas físicas y mecánicas es un Cemento Pórtland Compuesto (CPC 30 R) marca comercial de nuestro país (México), generalmente se encuentra en el mercado en sacos de 50 kg.

El agua utilizada para la fabricación del mortero es potable y utilizada para el consumo humano y la Norma encargada de regular las características que debe de cumplir el agua a utilizar para la elaboración de morteros es la NMX-C-122 “Industria de la Construcción - Agua para concreto”.

Por último, el aditivo natural utilizado es producto de la deshidratación del nopal en horno rotatorio conocido en México como nopalito.

Equipo

Los equipos utilizados para el desarrollo de las pruebas son: moldes cúbicos, máquina universal y aparato de Vicat.

Los moldes utilizados para las probetas son de acero inoxidable, debido a que este material no es afectado por la pasta de cemento, la sección es cuadrada, con dimensiones de cada cubo de 5 cm. por lado. Sus paredes son lo suficientemente rígidas para que no se deformen en la operación de moldear. Los moldes deben sujetarse muy bien y sujetarse firmemente las piezas unas con otras al ser armados éstos.

La máquina universal que se utilizó para las pruebas a compresión, cuenta con un régimen de aplicación de carga uniforme y está provista de los dispositivos necesarios para la regulación de la carga, además de que presenta una calibración periódica, lo que garantiza su exactitud.

De acuerdo a lo estipulado por la norma NMX-C-057 “Determinación de la consistencia normal” el aparato de Vicat utilizado cumple con los siguientes requisitos: lleva una barra móvil, la cual tiene un extremo con diámetro de 10 mm. y una longitud mínima de 50 mm. En el otro extremo de la barra, lleva una aguja desmontable de 1 mm. y 50 mm. de longitud.

Métodos

El desarrollo de la investigación tuvo lugar en el Laboratorio de Materiales y Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), en México y las normas utilizadas en esta etapa fueron las siguientes:

Para realizar los ensayos a compresión se utilizó la Norma Oficial Mexicana NMX-C-061-ONNCCE “Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos”.

Las pruebas que determinan la consistencia de la pasta, se desarrollaron bajo la Norma NMX-C-057-ONNCCE “Determinación de la consistencia normal”.

Para determinar el tiempo de fraguado inicial y final se utilizó la Norma, NMX-C-059-ONNCCE “Determinación del tiempo de fraguado de cementantes hidráulicos (método de Vicat)”. Neville (1999) Utiliza el término fraguado para describir la rigidez de la pasta del cemento. En términos generales el fraguado se refiere a un cambio de estado físico: del estado de fluidez al estado rígido.

Los morteros se hicieron con una relación agua cemento de 0.40 en ambas mezclas (M1 y M2), y sólo la mezcla (M2) tuvo aditivo de nopal del 5% por cada kilogramo de cemento.

RESULTADOS

La resistencia a la compresión de ambas mezclas M1 y M2 se llevaron a cabo a edades tempranas: tres, siete y catorce días. Los esfuerzos a compresión muestran un incremento en todas las edades en los morteros con aditivo de nopal (M2) respecto a los morteros base (M1), como se observa en la Gráfica 1.

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto a la consistencia normal de la pasta, se observó que M2 tuvo una consistencia más fluida que la mezcla M1. Lo cual indica que el aditivo de nopal provocó que la mezcla fuera más trabajable. En la Tabla 1 y 2, se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas a las pastas.

En cuanto a las pruebas llevadas a cabo para obtener el fraguado inicial (fi) y fraguado final (ff), se llegó a la siguiente conclusión: el tiempo de fraguado inicial de la mezcla M1 fue a los 330 minutos después de haberse colocado la probeta en el aparato de Vicat y el fraguado final se dio a los 390 minutos. Para la mezcla M2 el fi fue a los 435 minutos y el ff a los 495 minutos. Por lo tanto se desataca que la utilización del aditivo de nopal ayuda a retardar el fraguado, como se muestra en la Gráfica 2.

CONCLUSIONES

El uso del nopal dentro de la industria de la construcción, refleja buenos resultados al utilizarlo como aditivo en las mezclas de agua-cemento Portland. De acuerdo con los datos obtenidos, se destaca que las propiedades mecánicas de los morteros alcanzaron importantes incrementos de hasta 72% en su resistencia a compresión a edades tempranas. También las pruebas de consistencia reflejaron un mejor manejo de la mezcla cemento Portland-agua-polvo de nopal (M2), que la pasta sin aditivo (M1). Por otra parte se comprobó que el nopal actúa como retardante en el fraguado inicial y final.

El nopal como un producto renovable y de fácil cultivo en lugares áridos, presenta un gran potencial en la industria de la construcción y de la restauración, como aditivo mejorador de propiedades mecánicas y retardante de mezclas.

REFERENCIAS

Cement and Concrete Terminology - SP-19(00) / ACI (American Concrete Institute) 116R-00 (Reapproved 2005).

Granados Sánchez, D. y Castañeda Pérez, A. D. Septiembre de 1997. El nopal. (2ª ed), Ed. Trillas, México.

Hernández Zaragoza, Juan Bosco, Caballero Badillo, Carlos Eduardo, et. al. 2007. Modification of Portland Cement Mortars with Cactus Gum. Chemistry and Chemical Technology. Vol. 1 No. 3. pp. 175-177.

Neville M., Adam. 1999. Tecnología del concreto. IMCYC, México.

Norma Oficial Mexicana NMX-C-021-ONNCCE-2004 “Cemento para albañilería (mortero), especificaciones y métodos de prueba”.

Norma Oficial Mexicana NMX-C-057-ONNCCE-1997 “Determinación de la consistencia normal”.

Norma Oficial Mexicana NMX-C-059-ONNCCE-1997 “Determinación del tiempo de fraguado de cementantes hidráulicos (método de Vicat)”.

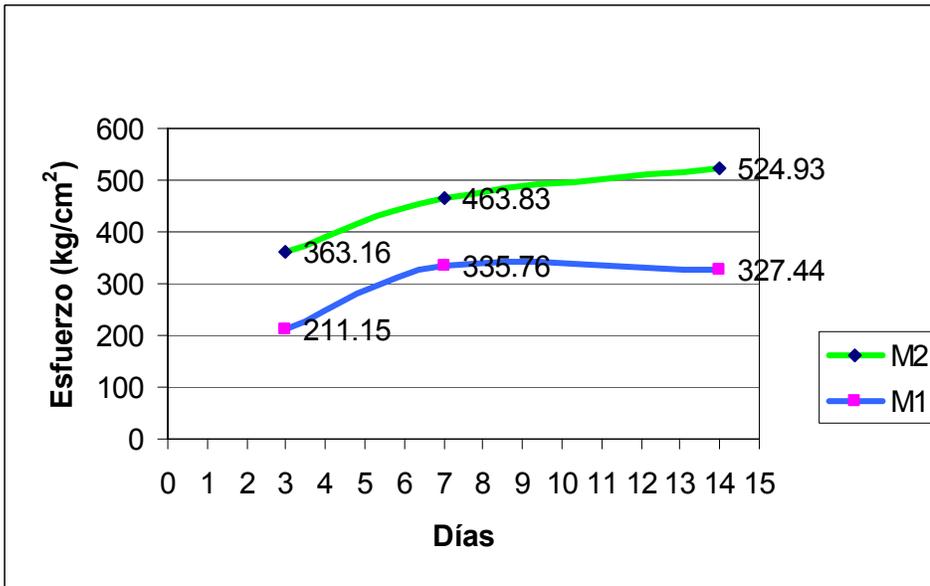
Norma Oficial Mexicana NMX-C-061-ONNCCE-2001 “Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos”.

Norma Oficial Mexicana NMX-C-122 “Industria de la Construcción - Agua para concreto”.

Sáenz, Carmen, Berger, Horts, Corrales García, Joel. 2006. Utilización agroindustrial del nopal. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 162. Roma, Italia.

Noriega Montes, J. 2005. Aprovechamiento del nopal en cemento Pórtland. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro, México.

ANEXOS



Gráfica 1.

“Comparativo M1 (0% polvo de nopale) y M2(5% polvo de nopale) a los 3, 7, 14 días”

Graph 1. "Comparative M1(0% cactus powder) and M2 (5% cactus powder) to the 3, 7, 14 days"

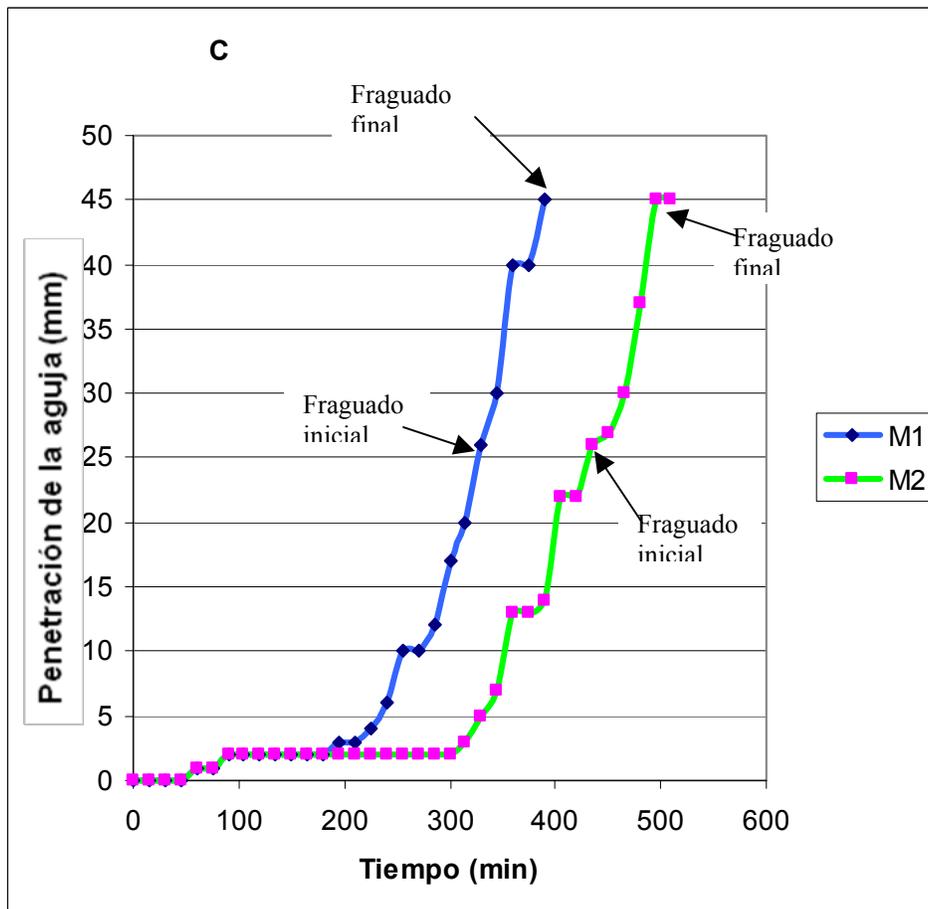
Nomenclatura	Penetración de la barra mm	Promedio de penetración mm	Desviación estándar σ
M1	2	3	1.4142
	2		
	3		
	5		

Tabla 1 “Resultados de la consistencia de la mezcla M1”

Table 1 "Results of the consistency of mortar M1"

Nomenclatura	Penetración de la barra mm	Promedio de penetración mm	Desviación estándar σ
M2	6	8	1.4142
	8		
	9		
	9		

Tabla 2 “Resultados de la consistencia de la mezcla M2”
 Table 2 "Results of the consistency of mortar M2"



Gráfica 2. “Comparativo del fraguado inicial y final de las Mezclas M1 y M2”
 Graph 2. "Comparative of the initial and final time of setting of mortars M1 and M2"

