

DOSIFICACIÓN DE MORTERO CON CASCARA DE ARROZ Y COMPROBACIÓN DE ADHERENCIA EN PAREDES DE BLOQUES DE CONCRETO

Fausto Cabrera Montes¹, July Herrera Valencia¹, Grace Pesantez Cedeño¹, Johnny Cedeño¹, Edgar Santos¹ y Celso Aguirre¹

¹Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Facultad de Ingeniería Civil, Av. De las Américas. Guayaquil, Ecuador, Teléfono: 2287-200 / Apartado postal 11-33. Contacto: f2cm_fausto@hotmail.com, civilaica2012@gmail.com

RESUMEN

En los últimos tiempos han nacido movimientos ecologistas, que presionan a la sociedad para conservar un buen entorno y disminuir el uso de contaminantes, esta sociedad debe cooperar para tener un ecosistema que no se deteriore. Siendo la construcción una actividad que genera grandes impactos sobre la naturaleza, también puede aprovechar cantidades de desechos orgánicos e industriales para lograr una construcción sostenible. La cascara de arroz es una gran alternativa dentro de la ingeniería civil dada su fácil obtención y su gran capacidad de aislamiento térmico. La utilización de la misma en el campo de la construcción evitará que se siga arrojando a los ríos o esteros, así también a la quema indiscriminada de la ocasionando la contaminación atmosférica, lo que afecta al suelo, el paisaje, el aire y la salud de la población por la gran cantidad de partículas en suspensión. Con la cascara de arroz triturada e incorporada a la pasta de mortero, se hace este estudio para determinar la adherencia, preparando diferentes dosificaciones de morteros con los mismos tipo de cemento, arena y agregado, en diferentes proporciones lográndose 4 dosificaciones, los resultados demuestran la facilidad del mortero de albañilería para adherirse a las paredes de bloques, con gran resistencia.

Palabras clave: mortero, cascara de arroz triturada, adherencia, gasto energético.

Introducción

La construcción es una actividad que genera una serie de impactos sobre la naturaleza, gran cantidad de productos son obtenidos directamente de la corteza terrestre. Si bien es cierto que el proceso de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto costo energético y medioambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos

naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, son importantes hoy en día. Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin menoscabo del medio ambiente y empleando técnicas de eficiencia energética en las construcciones y fomentando la gestión adecuada de los residuos.

Un mortero de albañilería se puede definir como un aglomerante que tiene una función no estructural, sino como mortero de recubrimiento cuya función principal es de proporcionar una superficie uniforme en paredes donde su plasticidad es muy importante, para resistir las tensiones normales y tangenciales a las que están sometidas las mismas.

Esta falta de mediciones es lo que dio origen a que se realizara un estudio más profundo para determinar entre qué valores oscila la resistencia a la adherencia en morteros, ya que la retracción de los mismos es un factor que se debe tener en cuenta, sobre todo cuando existe una elevada relación agua-cemento que provoca agrietamientos, producto de las retracciones hidráulicas y térmicas. Así como también es de vital importancia el cumplimiento en los tiempos requeridos la resistencia mecánica, la cual se puede apreciar en el momento que el mortero es aplicado a la pared, y comienza a perder cantidad de agua.

La línea de investigación actual se encuadra en el marco de los morteros de albañilería ecológicos con cáscara de arroz (Chur, 2010), cuyas características físicas más significativas son las siguientes: peso específico $0,78 \text{ g/cm}^3$; densidad aparente sin compactar $0,108 \text{ g/cm}^3$; densidad aparente compactado $0,143 \text{ g/cm}^3$ (González de la Cotera, 1982), se caracterizan por un comportamiento en fresco singularizado en términos de una alta fluidez, moderada cohesión, y alta adherencia, de forma que su proceso de colocación no precisa alta tecnología. En este sentido, este comportamiento en fresco adopta una

especial relevancia, tanto desde la vertiente de las dosificaciones, como desde la vertiente de los ensayos que se realizaran en el laboratorio, para la evaluación y validación de este comportamiento.

Sin embargo cabe tener en cuenta que unos de los principales inconvenientes que presenta el utilizar la cáscara de arroz como material de construcción son su porosidad, su higroscopía, y sus componentes orgánicos. Con objeto de reducir la materia orgánica presente en la cáscara de arroz, en especial los azúcares solubles en agua (retardadores del fraguado) se procedió a un pre tratamiento consistente en un lavado y agitado con agua destilada.

Es entonces el objetivo del presente trabajo la elaboración de morteros ligeros con cáscara de arroz, que presenten unos tiempos de fraguado y resistencias mecánicas aceptables. Estudiando algunas de sus propiedades físicas principales como: densidad, fluidez, resistencia a compresión.

También se pretende analizar de forma más específica tanto el efecto de la cáscara de arroz en el fraguado y endurecimiento del mortero, como el minimizar dicho efecto a través de pre-tratamientos y del uso de aditivos químicos (Gatani *et al.*, 2010).

Materiales y métodos

Materiales empleados

Se utilizó cemento Portland Hidráulico para construcción TIPO GU según la norma ASTM C 150, con las características que aparecen en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Análisis químico del cemento

Componente	Diferencia máxima entre duplicados B	Diferencia máxima del promedio de duplicados de valores certificados del MRN ^{C.D.B}
SiO ₂ (Dióxido de silicio)	0,16	±0,2
Al ₂ O ₃ (Óxido de aluminio)	0,20	±0,2
Fe ₂ O ₃ (Óxido férrico)	0,10	±0,10
CaO (Óxido de calcio)	0,20	±0,3
MgO (Óxido de magnesio)	0,16	±0,2
SO ₃ (Trióxido de azufre)	0,10	±0,1
P.F (Pérdida al fuego)	0,10	±0,10
Na ₂ O (Óxido de sodio)	0,03	±0,05
K ₂ O (Óxido de potasio)	0,03	±0,05
Ti O ₂ (Dióxido de titanio)	0,02	±0,03
P ₂ O ₅ (Pentóxido de fosforo)	0,03	±0,03
ZnO (Óxido de zinc)	0,03	±0,03
Mn ₂ O ₃ (Óxido mangánico)	0,03	±0,03
S (azufres)	0,01	E
Cl (Cloruro)	0,003	E
RI (Residuo insoluble)	0,10	E
Cx (Cal libre)	0,20	E
CO ₂ (Dióxido de Carbono)	0,12	E.F
Alc _{sol} (álcali soluble en agua) ^G	0,75/w	E
ChL _{sol} (Sustancias orgánicas solubles en cloroformo)	0,004	E

Tabla 2. Análisis físico-mecánico del cemento Portland

PARÁMETRO	UM	P-350	ESP.NC54-205:87
Consistencia normal	%	24,4	
Fraguado Inicial	min	140	min.45 min
Fraguado Final	H: min.	03:15	máx. 10 h
Sup. específica	cm ² /g	3.533	prom. 2.800
Rf	3 d	MPa	3.92
	7 d	MPa	6.51
	28 d	MPa	9.19
Rc	3 d	MPa	19,40
	7 d	MPa	28,80
	28 d	MPa	38,60

Fuente: Materiales de construcción, vol. 47, n° 246

Resultados

Agregados

Como agregado fino, se empleó arena y cascara de arroz triturada la muestra fue debidamente homogenizada comprobándose que no tenía materiales orgánicos ni ácaros, también se realizó un análisis granulométrico según la norma ASTM-C-33, con los resultados son que se presentan en la tabla 3 y el análisis

Foliar y de conductividad Eléctrica de la cáscara de arroz (Ver tabla 4).

El polvo de la cáscara de arroz, que se obtiene de la trituración de la misma, de la Piladora “4 HERMANOS” ubicado en la Vía Tarifa Samborondón y triturada en molino Standard model N°3, Wiley Mill, Made in USA Arthur H Thomas Co. Philadelphia USA, de propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias (INIAP).

Tabla 3. Ensayo Granulométrico del agregado fino cáscara de arroz

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"				
No. 4				
No. 8	0.4	0.03	0.03	99.97
No. 10	392.2	31.43	31.46	68.54
No. 16				
No. 20	230.9	18.5	49.96	50.04
No. 30	179.7	14.4	64.36	35.64
No. 40				
No. 50	119.6	9.58	73.94	26.06
No. 80				
No. 100	122.9	9.85	83.79	16.21
No. 200				
Fondo	202.3	16.21	100	0
TOTAL	1248	100		100

Tabla 4. Análisis Foliar y de conductividad Eléctrica de la cáscara de arroz

No. LAB.	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS		(%)								mgL					
			N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Na	
22663	MUESTRA 1	AREA	0.40	0.04	0.84	0.25	0.06	0.05			14	4	160	208	5	
		NE														

Arena

Arena del río Bulu-Bulu de la mina San Carlos #3 de propiedad del señor Hugo Llivizaca, del Cantón La Troncal,

Provincia del Cañar. Se realizó en ensayo Granulométrico de la arena según la norma ASTM-C-33 que se detalla en la tabla 5 y figura 1.

Tabla 5. Ensayo Granulométrico del agregado fino (ARENA)

TAMIZ	PESO PARCIAL grs.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES ASTM - C - 33
3/8"	0	0	0	100	100
No. 4	44.2	4.4	4.4	95.6	95 -100
No. 8	27.2	2.7	7.1	92.9	50 - 85
No. 16	36	3.6	10.7	89.3	25 - 60
No. 30	95.3	9.6	20.3	79.7	10 - 30
No. 50	448.2	44.8	65.1	34.9	2 - 10
No. 100	281	28.1	93.2	6.8	0
FONDO	68.1	6.8	100	0	
TOTAL	1000	100			

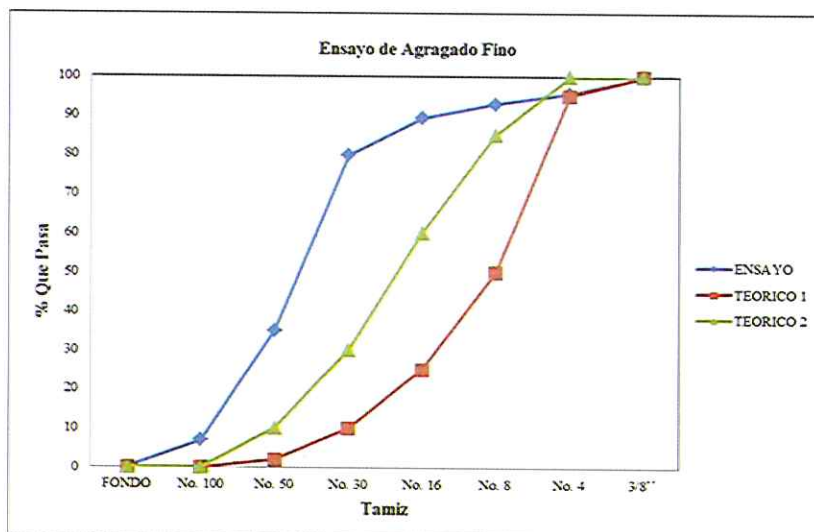


Figura 1. Ensayo de agregado fino (línea azul)

Agua Potable

Procedente de la red de suministro de la ULVR. El ensayo que se realizó en el Laboratorio de suelos y materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la ULVR.



Figura 2. Materiales componentes de la pasta de mortero

Dosificaciones

Se emplearon cuatro dosificaciones volumétricas en los morteros de albañilería, las cuales se detallan en las siguientes tablas.

Uno de los aspectos más relevantes en la dosificación del mortero fue la determinación de la cantidad de agua necesaria. Para la preparación del mortero de cáscara de arroz-cemento, se estimó el nivel óptimo de contenido en agua, considerando los requerimientos de:

- Agua absorbida por la cáscara.
- Agua para obtener la plasticidad que permita el en moldado.
- Correlación entre la resistencia de los morteros y la variable agua/cemento González De La Cotera (1982).

En la Tabla 6 se muestran las dosificaciones de cada una de las muestras tomando como referencia la masa de cemento utilizada.

Tabla 6. Dosificaciones de los morteros fabricados (cantidades en g respecto a 100 g de cemento)

MORTERO	CEMENTO	ARENA	CÁSCARA DE ARROZ	AGUA
M 1	1	3	1	3
M 2	1	4	1/2	2
M 3	1	3	1/2	1,66
M 4	1	2	3/4	1/47/60

Tabla 7. Relación de dosificaciones en los distintos morteros

MORTERO	CEMENTO (KG)	ARENA (KG)	CÁSCARA DE ARROZ (KG)	AGUA (LITROS)
M 1	8	24	8	24
M 2	5	20	2,5	10
M 3	4	12	2	6,634
M 4	6	12	4,5	10,7



Figura 3. A) Incorporación del agua a la mezcla y B) Amasado de pasta de mortero

Métodos de ensayo

Los morteros de albañilería se definieron empleando el siguiente método:

Determinación de la fluidez

El flujo inicial, es una propiedad del mortero medida en laboratorio que indica el aumento porcentual en el diámetro de la base de un cono truncado de mortero,

cuando este es colocado sobre una mesa de flujo. La cantidad de agua de mezclado debe ser la necesaria para que se produzca una fluidez de 110 ± 5 (Figura 2 y 3).

Se determinó la fluidez de los morteros de acuerdo a la norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN): NTE INEN 2 -502, cuyos resultados se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8. Porcentaje de fluidez obtenida en el laboratorio

MORTERO	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	LECTURA 4	LECTURA 5	PROMEDIO	DIÁMETRO PROMEDIO	% DE FLUIDEZ
M1	5	5	5.2	5.5	5	5.24	19.76cm	97.6
M2	4.2	3.7	3.3	3	2.6	3.16	21.84 cm	118.4
M3	4.5	4.8	4.7	4.7	4.8	4.75	20.25 cm	102.5
M4	5.5	5.2	5.3	5.2	5.3	5.3	19.7cm	97

Conclusiones

Se verificó que las cenizas de cascarilla de arroz se puede utilizar como sustitutos parciales del cemento Portland en la elaboración de morteros ordinarios.

Debido a la morfología y absorción de agua de la cascara de arroz, la elaboración de pastas con dicho residuo requiere la adición a la mezcla de sustancias tenso activas.

Sin embargo, la cáscara de arroz tratada con una disolución básica permite las reacciones de hidratación del cemento, su fraguado y posterior endurecimiento.

Se han obtenido morteros ligeros con densidades en el intervalo de 1,1-1,3 g/cm³, que presentan resistencias mecánicas entre 2 y 4 MPa. Como cabía esperar, los materiales resultantes no presentan las propiedades mecánicas de los morteros y hormigones tradicionales, sin embargo son interesantes para ser aplicados en componentes de construcción livianos y de uso no portante (aislamientos térmicos/acústicos o rellenos).

Como aspecto negativo se apreció que la adición de la cascara de arroz al cemento provoca una demanda mayor de agua para el amasado de la mezcla, lo cual tiende a disminuir su resistencia mecánica.

Referencias

Chur P. 2010. Evaluación del uso de la Cascarilla de arroz como agregado orgánico en Morteros de Mampostería. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Gatani, M., Argüello, R., Sesín, S. 2010. Materiales compuestos de cáscara de maní y cemento. Influencia de diferentes tratamientos

químicos sobre las propiedades mecánicas, *Materiales de Construcción*, Vol. 60, 298, pp. 137-147. abril-junio.

González De La Cotera, M. 1982. Morteros ligeros de cáscara de arroz. IV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Lima, Perú, 1-10.