

## ALGUNOS ASPECTOS ECONOMICOS ACERCA DEL BLOQUE MACHIHEMBRADO DE MADERA - - CEMENTO

KATIA MANZANARES <sup>1</sup>, DIGNA VELAZQUEZ <sup>2</sup> Y EMILIA ALFONSO <sup>1</sup>

### RESUMEN

Se informan las posibilidades de aplicación del bloque machihembrado de madera-cemento como elemento de pared, basado en un estudio de factibilidad económica de una pequeña producción seriada.

Se valoró que con una capacidad productiva potencial de 20 unidades diarias se obtuvo una eficiencia económica de 0,18, siendo mayor que la tasa normativa ramal (0,12), lo cual implica que es eficiente la fabricación propuesta.

Se determinó que las paredes construidas con bloques machihembrados son menos costosas (7,26 pesos/m<sup>4</sup>) que las que se levantan con bloques Sandino (8,92 pesos/m<sup>2</sup>) y siporex (10,14 pesos/m<sup>2</sup>), y que la disminución de los gastos del nuevo producto es de 1,66 Peso/m<sup>2</sup> de pared al compararse con la variante base (bloque sandino).

Manuscrito recibido para su publicación 22 de julio de 1988

<sup>1</sup> Investigadores agregados, e <sup>2</sup> investigador aspirante  
Instituto de Investigaciones Forestales  
Calle 174 No. 1723 entre 17B y 17C, Siboney, Playa, Ciudad de  
La Habana, Cuba

## INTRODUCCION

La utilización generalizada de los aglomerados confeccionados con materiales fibrosos lignocelulósicos impregnados con cemento, ha ido en aumento progresivo desde que se utilizaron por primera vez en el año 1921 (1); debido a su bajo costo, facilidad de colocación, buen equilibrio de sus propiedades aislantes, térmicas y acústicas, excelente resistencia a hongos y termitas, buena adherencia con estucos, morteros, pinturas, papeles murales y recubrimientos en general (4, 2, 3), lo cual ha permitido darles múltiples aplicaciones en el campo de la construcción.

Hace más de una década que en nuestro país se trabaja en el desarrollo de la fabricación de estos productos, por parte de varias instituciones, dado el interés de incorporar además de los residuos de madera de coníferas, materias primas lignocelulósicas tales como el bagazo de caña y la cáscara de arroz (7,3) con el fin de contar con un nuevo material de ventajosas características constructivas.

Este trabajo da a conocer el procedimiento para el cálculo de la eficiencia económica de una producción seriada del bloque machihembrado de madera-cemento a pequeña escala, realizada de forma experimental en el año 1986, con el objetivo de medir los resultados alcanzados sobre la base de los niveles de los gastos y los recursos utilizados (9). Además, se calcularon otros indicadores de la eficiencia: el costo de producción y la productividad del trabajo, y se compararon con otros elementos constructivos tradicionales.

## MATERIALES Y METODOS

La fabricación del bloque machihembrado se realizó a través de una producción seriada en el taller de tecnología de la madera del Instituto de Investigaciones Forestales por espacio de 90 días, con una capacidad productiva potencial de 20 unidades diarias ( $4 \text{ m}^2$ ) y un promedio de cuatro trabajadores diarios (Figuras 1a, b, c).

Se utilizaron como materia prima básica astillas de Pinus caribaea Morelet provenientes de una partida de bolos de material de raleo de la Empresa Forestal de Macurijes, Pinar del Río, con dimensiones de 8-10 cm de diámetro y 4-5 m de altura.

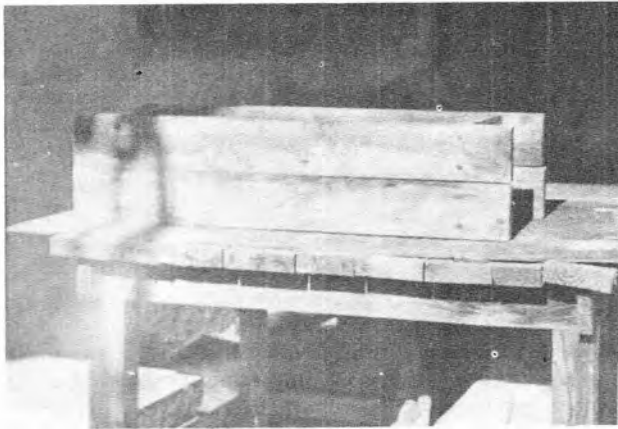


FIGURA 1a.

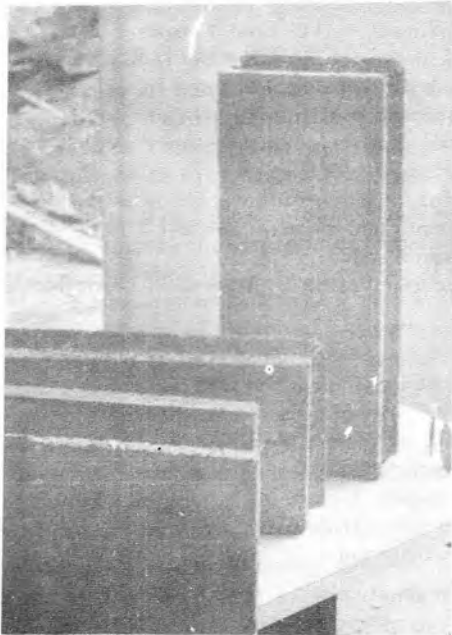


FIGURA 1b.



FIGURA 1c.

- Materiales empleados:
  - Astillas de madera (fracción negativa del tamiz 6 mm x 6 mm).
  - Concretera mecánica con capacidad de 1,5 m<sup>3</sup>.
  - Vibrador de superficie.
  - Cemento Portland P-350.
  - Agua.
  - Moldes de fundición.
  - Carretilla y pala de albañil.

Se efectuaron pruebas de dosificación en probetas cilíndricas de 12,5 cm de diámetro para encontrar la proporción adecuada de los componentes del elemento constructivo, y se seleccionó la relación madera-cemento-agua 1:2:1 con lavado de las astillas de madera en inmersión en agua durante 24 horas. Los bloques machihembrados se hormigonaron con dimensiones de 71 cm x 29 cm x 12,5 cm según los métodos establecidos por el sistema soviético ARBOLIT (8)

Para la determinación del costo de producción del bloque machihembrado se siguió el sistema de modelaje establecido por la dirección de inversiones de la Junta Central de planificación (10) (ver Tablas 1 y 2).

El cálculo de la eficiencia económica de la fabricación seriada a pequeña escala se ejecutó por la metodología establecida para la evaluación de los logros de la investigación científica (6) y la productividad del trabajo se determinó de acuerdo con lo formulado por Fuentes y Rodríguez (12).

Suponiendo una producción de 300 días laborables a razón de un turno diario, la producción del bloque machihembrado se elevaría a 1 200 m<sup>2</sup> anuales, equivalentes a 6 000 unidades-anuales.

La determinación de la efectividad económica de la inversión se halla por la ecuación siguiente:

$$E_o = \frac{V_p - C_p}{I} = \frac{G}{I}$$

donde:

- $E_o$  = efectividad económica
- $V_p$  = valor de la producción promedio anual
- $C_p$  = costo de producción promedio anual

I = costo de inversión

G = ganancia

Dado que la introducción del logro provoca sólo cambios en los gastos corrientes de producción, el efecto económico se calcula por la disminución de los gastos de la nueva variante con relación a la variante base.

$$E = C_b - C_n \quad (6)$$

$C_b$  = variante base

$C_n$  = variante nueva

E = efecto económico

## RESULTADOS Y DISCUSION

El estudio de la fabricación del modelo de bloque machihembrado demostró la posibilidad de obtener un elemento coherente utilizando relación madera-cemento 1:2,00 (11), que corresponde a un consumo de cemento de  $400 \text{ kg/m}^3$ ; coincidente con trabajos realizados en Cuba con cáscara de arroz, que confirman que para densidades de  $800 \text{ kg/m}^3$  es aceptable un consumo de cemento de hasta  $450 \text{ kg/m}^3$  (7) con una proporción de la mezcla cáscara-cemento de 1:3 en peso.

En la Tabla 3 se observa que la eficiencia económica calculada es mayor que la tasa normativa rama ( $E_n = 0,12$ ), lo que significa que es eficiente la producción del bloque machihembrado a pequeña escala, ya que se logra un resultado concreto con un mínimo de gastos y recursos (9) (ver Tabla 1).

Al examinar la Tabla 4 se aprecia que el bloque machihembrado a pesar de ser más caro que algunos elementos constructivos (ladrillo de cerámica, bloque hueco de hormigón, panel de bagazo-cemento), tiene un efecto positivo en la rapidez de levantamiento de las obras, ya que como elemento de pared provoca un incremento en la productividad del trabajo de, aproximadamente, dos veces mayor que el bloque hueco de hormigón y que el ladrillo estándar de cerámica (5) (Figura 2).

Al comparar la variante nueva (bloque machihembrado), con otro elemento constructivo similar, es decir, el bloque Sandino (variante base genera una disminución de los gastos de  $1,66/\text{m}^2$  motivado, en lo fundamental, por el ahorro de materias primas y materiales de los componentes del costo de producción (ver Tabla 2); entre los que se

TABLA 1. Desglose de los consumos del bloque machihembrado.

Materias primas y materiales	UM	Consumo total	Precio	Total	Costos nacionales				
					Costos en:		Costos en:		
					Divisas indirectas		Divisas directas		
Total	Soc.	Cap.	Soc.	Cap.					
Astillas de madera	m <sup>3</sup>	0,11	\$ 11,00	\$ 1,21	\$ 1,21	-	-	-	-
Agua	m <sup>3</sup>	0,465	0,10	0,05	0,05	-	-	-	-
Cemento P-350	t	0,017	26,80	0,45	0,45	\$ 0,20	\$ 0,15	-	-
Energía eléctrica	kW/h	1,49	0,035	0,05	0,05	0,04	-	-	-
Madera de encofrado	m <sup>3</sup>	0,07	18,33	1,28	1,28	-	-	-	-
Recebo	m <sup>3</sup>	0,014	2,15	0,03	0,03	-	-	-	-
Arena	m <sup>3</sup>	0,029	2,17	0,06	0,06	-	-	-	-
<b>Total</b>				<b>\$ 3,13</b>	<b>\$ 3,13</b>	<b>\$ 0,24</b>	<b>\$ 0,15</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

encuentran la piedra triturada y la arena lavada, ambos recursos no-renovables utilizados en la obtención del bloque Sandino y ahorrados a un 100 % por el bloque machihembrado.

TABLA 2 Resumen de los costos de producción a precios oficiales.

Conceptos	UM	Pesos	Total	Costos nacionales				
				Costos en:		Costos en:		
				Divisas indirectas		Divisas directas		
			Total	Soc.	Cap.	soc.	Cap.	
Total del costo de openac.			\$ 7,24	\$ 7,24	\$ 0,24	\$ 0,15	-	-
Materias primas y materiales			3,13	3,13	0,24	0,15	-	-
Mantenimiento			-	-	-	-	-	-
Salarios			3,45	3,45				
Otros gastos			0,66	0,66	-	-	-	-
Depreciación			0,02	0,02	0,21	-		
Total costos de producción			\$ 7,26	\$ 7,26	\$ 0,2	\$ 0,15	-	-



FIGURA 2. Pared levantada con bloques de madera-cemento.

TABLA 3 Indicadores que miden la eficiencia económica.

Referidos a la aplicación de los gastos corrientes:	UM	Cantidad
Valor promedio de producción ( $V_p$ )	P	7 920
Costo producción promedio ( $cp$ )	P	7 800
Costo inversión (1)	P	650
Eficiencia económica ( $E_o$ )	-	0,18
Referidos a la utilización de los recursos productivos ;		
Volumen producción bruta ( $V_p B$ )	m <sup>2</sup>	1 200
Promedio trabajadores ( $PT$ )	horas/hombre	2 100
Productividad del trabajo (P)	horas/hombre/m <sup>2</sup>	1,70
Cálculo efecto económico:		
$E = C_b - C_n = 8,92 - 7,26 = 1,66$ pesos/m <sup>2</sup> pared terminada.		

TABLA 4 Comparación del costo de producción y la productividad de algunos elementos constructivos tradicionales y el bloque machihembrado de madera-cemento.

Elemento constructivo	Costo de producción (peso/m <sup>2</sup> pared)	Productividad del trabajo (horas/hombre /m <sup>2</sup> pared)
Panel bagazo-cemento <sup>(1)</sup>	3,95	0,763
Ladrillo estándar	4,02	3,18
Bloque hueco hormigón <sup>(1)</sup>	5,52	3,12
Bloque machihembrado <sup>(1)</sup>	7,26	1,70
Bloque Sandino <sup>(1)</sup>	8,92	1,10
Ladrillo cerámica hueco <sup>(1)</sup>	9,50	-
Bloque siporex <sup>(1)</sup>	10,14	-

(<sup>1</sup>) Datos tomados de Valdés (5).

## CONCLUSIONES

1. La producción del bloque machihembrado requiere un mínimo de gastos y recursos con relación a los beneficios económicos que se obtienen, por lo que representa una interesante solución constructiva territorial para el levantamiento de viviendas de bajo costo en los lugares donde existan desechos de la actividad de aprovechamiento forestal.
2. En la fabricación del bloque machihembrado se utilizan materias primas de producción nacional entre las que se encuentra la madera, la cual como materia prima vegetal se reproduce anualmente, mientras que los materiales tradicionales de construcción utilizan recursos no-renovables al país (áridos finos y gruesos).
3. La eficiencia económica de la producción seriada es mayor que la tasa normativa ramal, por lo que es rentable la fabricación del bloque machihembrado a pequeña escala, y no constituye una carga al presupuesto de la empresa que lleve a cabo la introducción del logro.
4. Se puede integrar a la industria de la construcción sin modificaciones sustanciales de las tecnologías existentes y no representa altos consumos energéticos ni de agua, ni tampoco provoca contaminaciones ambientales.
5. Resulta más económico el metro cuadrado de pared construido con bloque machihembrado que si se levanta con bloques sandino, siporex y ladrillos huecos de cerámica; así como existe un incremento de la productividad del trabajo con respecto a los bloques huecos de hormigón y al ladrillo estándar de cerámica.

## ABSTRACT

### **SOME ECONOMICAL ASPECTS OF DRESSED AND MATCHED WOOD-CEMENT BLOCKS**

Application possibilities are reported for dressed and matched wood-cement blocks as wall elements, according to a feasibility study of a small series production.

It was considered with a potential production capacity for 50 units per day and the economical efficiency was estimated in **0,18,**

which is higher than the standard rate (0,12), therefore the proposal is more efficient.

Walls made with dressed and matched blocks are cheaper

(\$ 7,26 pesos/m<sup>2</sup>) than those with Sandino blocks (8,92 pesos/m<sup>2</sup>) and siporex (10,14 pesos/m<sup>2</sup>) representing gains of 1,66 pesos/m<sup>2</sup> per wall when compared to the basic variant (sandino).

## BIBLIOGRAFÍA

1. VALDES, J. L. Productos aglomerados con aglutinantes inorgánicos (minerales). Revista ICIDCA 13 (1): 18-23, 1984.
2. DELGADO, G.A. Utilización de la madera de ramas de saquisqui (Bombacopsis quinta) en la fabricación de tableros de pajilla de madera y cemento. Revista Forestal Venezolana 17 (27): 115-121, 1982.
3. SERNA, N. de la. Productos aglomerados a partir de bagazo de la caña de azúcar. -- Ciudad de La Habana: Ed. Científico-Técnica, 1982.-- 99 p.
4. LLERENA, C. y J. BOCK. Los paneles de partículas de madera aglomerados con cemento: un producto promisorio para la construcción de vivienda de bajo costo. Revista Forestal del Perú (10) (1): 165-171, 1980-1981.
5. VALDES, L. L. Perspectivas de la producción de paneles bagazo-cemento en Cuba. -- Ciudad de La Habana: Academia de Ciencias de Cuba, 1985. -- 162 p.
6. CUBA. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. Unidad de Pronósticos y Estudios Económicos Agropecuarios. Sistema para las evaluaciones económicas de los logros de las investigaciones científicas y su introducción en el sector agropecuario.-- Ciudad de La Habana: Ministerio de la Agricultura, 1984. -- 128 p.

7. BRUTHANS, Z. Materiales ligeros de fibras vegetales aglomeradas con-cemento y cáscara de arroz. --- La Habana: Centro de Investigaciones y Experimentación de la Construcción, 1975. --- 77 p.
8. JASDANA, C.M. producción y aplicación de productos mineralizados Arbolit. -- Moscú: Ed. Producción Forestal, 1985. -- 42 p.
9. MORALES, L. Acerca del análisis de la eficiencia económica.-- La Habana: Comité Estatal de Estadísticas, 1985.-- 42 p.
10. CUBA. JUNTA CENTRAL DE PLANIFICACION. Bases metodológicas para la confección de las propuestas de inversión de proyectos de la industria. -- Ciudad de La Habana: JUCEPLAN, 1977.-- 49 p.
11. NAGY, V. Informe final asesoría técnica extranjera. -- Ciudad de La Habana: Instituto de Investigaciones Forestales, 1986.-- 38 p.
12. FUENTES, C.A. y A. RODRIGUEZ. La productividad del trabajo. -- Ciudad de La Habana, Ed. Ciencias Sociales, 1981. -- 82 p.