

Evaluación y comparación de los materiales usados como elementos de divisoria interiores de vivienda, mediante la simulación y evaluación de sus residuos. Caso de usos en Sinaloa, México

Gallardo-Sánchez, M.A.^{1,*}, Arredondo-Rea, S.P.¹, Almaral-Sánchez, J.L.¹, Gómez-Soberón, J.M.², Corral-Higuera, R.¹.

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería Mochis, Fuente de Poseidón y Ángel Flores s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 81223, Los Mochis, Sinaloa, México.

² Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Avenida Gregorio Marañón 44-50, Z.C. 08028, Barcelona, España.

*E-mail: manuel.gallardo@uas.edu.mx

RESUMEN

Se analizó y realizó un comparativo de los consumos de materiales entre dos sistemas de separación de muros verticales interiores: tabique de cerámica y block hueco de mortero-cemento, profundizando en el estudio del ámbito de los residuos, así como la relación de rendimientos entre estos sistemas constructivos. Esto se obtuvo mediante el uso informático de valoración de gestión de residuos, con el programa Net Waste Tool, de la empresa inglesa WRAP. La evaluación se hizo para la partida de muros interiores de un proyecto de construcción de viviendas en serie de Los Mochis, Sinaloa, México. Con los criterios evaluados se pudo decidir cuál sistema de construcción es el más rentable desde varios puntos de vista, como son: sustentable, económico y de fácil manejo, dando como resultado que los muros hechos a base de block presentan las mejores características basadas en los criterios anteriores.

Palabras Clave: Sustentabilidad, Construcción, Residuos, Programa Net Waste Tool.

ABSTRACT

We analyzed and made a comparison of the consumption of materials between two separation systems interior vertical walls: a wall of ceramic and hollow mortar-cement block, deepening the study of the field of waste, as well as the ratio of yields between building systems. This was achieved through use of computer assessment of waste management, with the Net Waste Tool software, of the English company WRAP. The evaluation was made for the departure of interior walls of a housing construction project in series of Los Mochis, Sinaloa, Mexico. With the evaluated criteria could decide which system is the most profitable building from various perspectives, such as: sustainable, economical and easy to use, resulting in the walls made from block have the best characteristics based on the above criteria.

Keywords: Sustainability, Construction, Waste, Net Waste Tool Program.

1. INTRODUCCIÓN

Gracias a la disposición de diversos materiales con los que se hacen frente a las nuevas exigencias en el sector de la construcción, encontramos una gran variedad de estos para realizar los diferentes sistemas constructivos. Como es el caso de la partida de muros verticales interiores de divisoria. El sistema utilizado tradicionalmente hasta la fecha es el tabique de cerámica o ladrillo, pero actualmente esta tendencia ha cambiado hacia la utilización de nuevos materiales que aportan diferentes ventajas y mejoras, como es el block hueco de mortero-arena [1].

En este proyecto se realizó un análisis comparativo de los residuos procedentes del estudio de los dos sistemas de muros verticales interiores de divisoria antes mencionados: el tabique de cerámica y el block hueco de mortero-cemento. De las viviendas a analizar, se eligió un solo proyecto de una casa en serie de una sola planta típica de los fraccionamientos de Sinaloa, México.

El correspondiente análisis comparativo se realizó mediante el uso de la herramienta informática de gestión de residuos “Net Waste Tool” (NWT). En dicho programa se introdujeron las mediciones correspondientes a las partidas de obra de dos sistemas de tabiquería seleccionados, así como parámetros medioambientales y de gestión de residuos, tales como sus densidades, el porcentaje de reciclado, el porcentaje de pérdidas de cada uno de ellos, entre otros.

Una vez introducidos los datos y la información en el programa, éste generó una serie de tablas para cada uno de los sistemas escogidos, tablas sobre las toneladas y volumen de residuos, el costo de estos residuos y el porcentaje de reciclado. Mediante el pronóstico de residuos se realizó una comparación entre estos y se pudo encontrar su reducción.

Comparando los dos sistemas seleccionados se observó cual era el más eficiente, permitiendo así reducir los costos de sustentabilidad. También se determinó el destino de cada material, se valoró la cantidad del material y si terminaron como residuos o fueron reutilizados o reciclados.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Descripción del Método

Se realizó la evaluación de residuos de la partida de muros interiores de un proyecto de construcción de viviendas en serie de Sinaloa, México, mediante dos sistemas de construcción, el de tabique cerámico y el de block hueco de mortero-arena, los dos sistemas más usados en dicha región para la divisoria interior de casas.

Introducimos los datos de ambos proyectos, como se muestra en la Figura 1, haciéndolos por separado, uno para cada sistema, al programa Net Waste Tool, para así obtener los informes de la evaluación de sus residuos [2].

Add / Edit Component

Add / Edit component

Provide the details for the components you wish to add and click Save. When you have finished adding components close this window.

Basic details Wastage **Add new component**

Core details

Component Name	Rate (£ / unit)	% Materials	
elaboración y suministro de un m2 de pegado de block de 12x20x40 con mo	£244	68 %	
Category 2	Category 3	Unit	Qty
Internal Walls	a) Internal Walls	m2	48,283

Component dimensions

Length (m)	Width (m)	Height (m)	Density factor (t/m ³)
1.0000	0.1200	1.0000	1.6000
Volume (m ³ /unit)	Mass (t/unit)	Auto calculate volume and mass	
0.1200	0.1920	<input checked="" type="checkbox"/>	

Note: If you are modifying a default dataset component that has already been added to your project, you may need to deselect it once you have closed this screen.

Save & close Save Cancel

Figura 1. Introducción de datos.

Una vez introducidos los datos el programa generó unos reportes en Excel descargables por masa de desecho, volumen y costo del mismo (Figura 2), dentro de estos vienen muchas hojas de cálculo pero las que nos interesó fue la de generación de desecho por tipo de material de cada archivo.

Project waste report

Generate report showing

Mass of waste

Volume of waste

Value of waste

 [Click Here to download Excel report](#)

Figura 2. Informe de generación de residuos por tipo de análisis.

Posteriormente se realizaron una serie de tablas y gráficas con los datos obtenidos del programa para poder comprar dichos sistemas entre sí, a este proceso se le llama normalización, con lo cual tomamos 3 criterios comparativos, uno es el grosor del muro de cada uno, otro es el P.E.M. (precio estándar de materiales), y por último el número de piezas por metro cuadrado que se llevan cada uno de los mencionados sistemas, como aparecen en la Tabla 1 [3].

Tabla 1. Parámetros de homogeneización.

Sistemas	Parámetros de homogeneización		
	GROSOR PONDERADO (M)	P.E.M (\$)	Piezas/m ²
tabicón	0.14	7,125.12	30.00
block	0.12	8,433.59	12.00

Ya con estos criterios evaluados se pudo decidir cuál sistema de construcción es el más rentable desde varios puntos de vista, como son: sustentable, económico, de fácil manejo, etc. Aunque el que nos interesaba era, por supuesto, el sustentable. En la Tabla 2 se muestran el costo que generan ambos sistemas así como el porcentaje que representan los materiales en el precio unitario de cada uno [4].

Tabla 2. Costos de los dos sistemas de construcción de muros de divisoria interior.

COSTOS DE LOS SISTEMAS					
Sistemas	Costos de construcción del sistema	Costos materiales del sistema	Otros costos	Porcentaje costos materiales del sistema	Otros costos
tabicón	\$ 10,511.52	\$ 7,125.12	\$ 3,386.40	67.78%	32.22%
block	\$ 11,819.91	\$ 8,433.59	\$ 3,386.32	71.35%	28.65%
			PROMEDIO	69.57%	30.43%

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Mediante la captura y el procesamiento de variables de los dos sistemas constructivos, se generaron datos cuantitativos que fueron normalizados y que arrojaron como resultado parámetros numéricos útiles para la selección de la mejor alternativa de construcción, desde varios puntos de vista, como se muestra en la Tabla 3 donde se mencionan los residuos estándar, es decir, los que se generan normalmente y los deseados, los que se esperan poder lograr [5].

Tabla 3. Residuos generados normalizados de los dos sistemas.

RESIDUOS GENERADOS NORMALIZADOS										
Muestras u obras	Tipo de gestión	GROSOR			P.E.M			PIEZAS/m2		
		Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (\$)	Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (\$)	Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (\$)
tabique	Estándar	2.64	3.31	1,419,143.59	0.000052	0.000065	27.88	0.01	0.02	6,622.67
block		2.35	2.98	2,009,509.49	0.000033	0.000042	28.59	0.02	0.03	20,095.09
PROMEDIO		2.50	3.15	1,714,326.54	0.000043	0.000054	28.24	0.02	0.02	13,358.88
tabique	Deseado	1.77	2.26	923,193.56	0.000035	0.000044	18.14	0.01	0.01	4,308.24
block		1.58	2.05	1,308,047.03	0.000022	0.000029	18.61	0.02	0.02	13,080.47
PROMEDIO		1.68	2.15	1,115,620.29	0.000029	0.000037	18.38	0.01	0.02	8,694.35

4. CONCLUSIONES

Los muros de divisoria interior hechos con block cemento-arena tienen mayores características de sustentabilidad que los hechos con tabique cerámico, explicado en la Figura 3 donde se muestra la comparación de los residuos generados por el sistema de block y tabique, entre los residuos estándar y los deseados en base al número de piezas por m² necesitados para la elaboración de los muros.

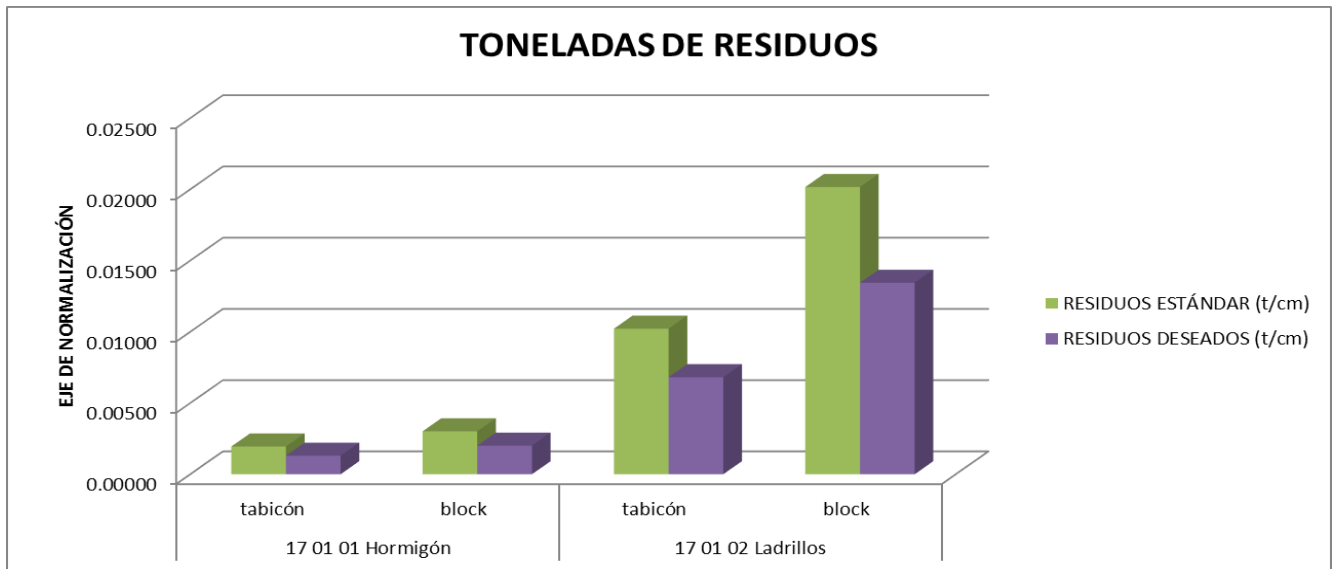


Figura 3. Informe de generación de residuos por tipo de material.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Sinaloa por el apoyo para poder realizar una estancia en Barcelona, España.

A la Universidad Politécnica de Cataluña, la cual prestó sus instalaciones para poder desarrollar esta investigación.

A mis directores de Tesis; Dr. Ramón Corral Higuera y Dr. José Manuel Gómez Soberón por apoyarme y asesorarme para poder llevar a cabo este trabajo.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Bossink B.A.G., and H.J.H. (1996). Brouwers Construction Waste: Quantification and Source Evaluation [Publicación periódica] // Journal of Construction Engineering and Management. - 122: Vol. I. - págs. 55-60.

[2] Emeritus A.W. Hendry. (2001). Masonry walls: materials and construction. - University of Edinburgh, UK, ELSEVIER.

[3] Guthrie and Mallett. (1995). Waste Minimisation and Recycling in Construction [Libro]. - London: CIRIA Special Publication 122.

[4] Waste & Resources Action Programme. (2009). WRAP [En línea].

[5] L. Jaillon a, C.S. Poon a, Y.H. Chiang b. (2009). Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong, a Department of Civil and Structural Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, b Department of Building and Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, ELSEVIER.