

## **PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN TÉRMICO-ECONÓMICA UNITARIA PARA ENVOLVENTES EDILICIAS DE ZONAS ÁRIDAS Y SÍSMICAS**

I. Blasco Lucas<sup>1</sup>, H. Sulaiman<sup>2</sup>

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD)  
Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) - Av. Ignacio de La Roza y Meglioli – 5400 San Juan – Argentina  
Tel.: +54(0)264 423 2395 / 3259 Int. 349 – Fax: +54(0)264 423 5397 – <http://www.irpha.com.ar>  
E-mails: [iblasco@farqui.unsj.edu.ar](mailto:iblasco@farqui.unsj.edu.ar), [halimi.sulaiman@gmail.com](mailto:halimi.sulaiman@gmail.com)

**RESUMEN:** Contar con valores actualizados resulta importante a la hora de catalogar tecnologías utilizadas en la ejecución de envolventes edilicias para zonas árido-sísmicas, en cuanto a la interrelación de sus aspectos térmicos y económicos. Es objeto del presente trabajo realizar una contribución al tema, mediante el desarrollo de un procedimiento basado en el análisis de la unidad de superficie construida, que es aplicado a 12 tipos de tecnologías de muros, clasificadas en 3 categorías: a) tradicionales, b) tradicionales bioclimáticas, c) con tierra. Los parámetros térmicos analizados son: transmitancia, resistencia, retardo y amortiguación, y los económicos consisten en los costos iniciales, tanto de materiales como de mano de obra, incorporando la incidencia del costo de la estructura y tecnologías sismorresistentes. El soporte informático es diseñado en planillas electrónicas programadas, siendo factible ampliar el espectro de estudio. Los resultados demuestran la practicidad del procedimiento, pues permite valorar con precisión las tecnologías analizadas.

**Palabras clave:** evaluación, térmico-económica, envolvente edilicia, zona árido-sísmica, procedimiento

### **INTRODUCCION**

El mejoramiento térmico de envolventes constructivas contribuye a elevar niveles de confort y permite un ahorro energético de fuentes convencionales durante la fase de ocupación de los edificios, evitando que los mismos se transformen en hipotecas energéticas para sus usuarios y la sociedad en su conjunto. Este indiscutible argumento es relativizado al momento de materializar una obra, pues siempre existen restricciones presupuestarias para la inversión inicial, aunque se tenga una gran conciencia ambiental, y en algunos casos de optimización térmica los valores pueden resultar totalmente inaccesibles (Filippín et al, 2005).

La relación existente entre la calidad térmica y los costos asociados en tecnologías constructivas aplicadas a envolventes edilicias en diferentes zonas geográficas resulta evidente, sin embargo, cuando se desea realizar comparaciones con el fin de tomar decisiones, se advierte que existen criterios dispares y relativos. Un interesante estudio sobre el tema realiza Martínez (2005), utilizando un valor medio ponderado de transmitancia térmica para mejorar un tipo de tecnología de envolvente de uso frecuente en la ciudad de Tucumán, y analizando la variación de costos. Otro valioso aporte para la sistematización de la evaluación económica por unidad de superficie de una serie de alternativas de muros y techos se realiza en Marek y Filippín (2003) para la Provincia de La Pampa, sobre cuya base es desarrollada la presente investigación.

Los costos de materiales de construcción y mano de obra en distintas zonas del País presentan importantes diferencias, por lo cual es necesario realizar estudios específicos en el tema. Por otro lado, la condición de sismo-resistencia en construcciones que se ejecuten para regiones como las de la Provincia de San Juan es una obligación ética ineludible de los profesionales encargados de ellas, implicando un sobre-costo relevante. Si estos costos fuesen uniformes para todo tipo de envolvente, a los efectos de una evaluación comparativa, podrían ser excluidos de los cálculos, pero como hay diferencias notables entre las distintas tecnologías para lograr niveles de seguridad aceptables, no pueden ignorarse. Cabe aclarar que los costos de mano de obra inciden en forma importante no sólo para cumplir la condición de sismo-resistencia, sino también cuando se incluyen algunos mejoramientos térmicos de las tecnologías.

Las consideraciones realizadas dan origen a la investigación que se presenta, cuyas contribuciones principales radican en la formulación de un procedimiento y criterios para facilitar evaluaciones térmico-económicas comparativas de tecnologías de envolventes edilicias en zonas áridas y sísmicas, describiendo alcances y limitaciones en una aplicación concreta.

### **METODOLOGÍA**

En el análisis térmico se utilizaron herramientas informáticas de desarrollos previos, consistentes en una base de datos de los parámetros térmicos de materiales, conforme Norma IRAM 11604 (2002) y otras fuentes bibliográficas (Blasco Lucas, 2002), y en un programa de cálculo de transmitancia, amortiguación y retardo (Blasco Lucas, 2004), calculados aplicando la Norma IRAM 11601 (2002) en unidades SIMELA (Pág. 6 de la Norma), ambos soportados en planillas electrónicas de MS-Excel. La amortiguación y retardo se calcula aplicando los conceptos de admisividad (Chauliagué et al., 1978) y en función de la conductividad y la capacidad térmica, el volumen, el espesor, y la constante de tiempo relativa (según F. M. Camia, en Izard y Guyot, 1983).

<sup>1</sup> Directora de Beca. Miembro de ASADES.

<sup>2</sup> Becaria Doctoral Tipo I, CONICET.

Los datos obtenidos de esta forma se vincularon a nuevas planillas de cálculo relacionadas entre sí, que fueron elaboradas para la presente investigación, conformando un soporte de la estructura digital del procedimiento y facilitando la automatización de los cálculos. La transmitancia térmica por unidad de superficie de envolvente incluye porcentualmente la incidencia térmica de vigas, columnas, etc. necesarias para otorgar carácter sismo-resistente a la envolvente. Adicionalmente, los valores se comparan con las recomendaciones que establece la Norma IRAM 11603 (1996), para la Zona IIIa, donde se localiza la ciudad de San Juan, para la cual se realiza el estudio.

Para el análisis económico se elaboró una base de datos con información obtenida de comercios y fuentes locales, relativa a costos de materiales, y se definieron criterios para reducir el cálculo a la unidad de superficie de envolvente. Para el cálculo de mano de obra, se utilizó el criterio de horas necesarias para cada tarea presentado en Chandías y Ramos (2004). Dado que la zona de estudio es de muy alta peligrosidad sísmica (N° 4 en Normas INPRES-CIRSOC), se ha considerado la incidencia económica de la estructura asociada en la unidad de superficie de cada tecnología analizada. Se definió un índice de *Eficiencia Térmico-Económica* (ETC), consistente en el cociente entre el precio unitario total y la resistencia térmica de las tecnologías estudiadas. Se aplicó el concepto de *Frontera de Eficiencia* que determina el lugar geométrico de los puntos con las mejores combinaciones posibles de costo unitario-transmitancia térmica, basado en el concepto de optimalidad de Pareto, del uso óptimo de los recursos. Es decir, los puntos que conforman la frontera de eficiencia no pueden ser mejores en una de las variables sin tener que empeorar en la otra (Fig. 1). También se realiza una valoración cuali-cuantitativa de la calidad sismorresistente de los sistemas analizados, mediante el índice de *Ponderación Sísmica* (PS). El análisis estadístico de los resultados se efectúa mediante diagramas de dispersión, lineales y barras de Pareto, programando las funciones que ofrece MS-Excel.

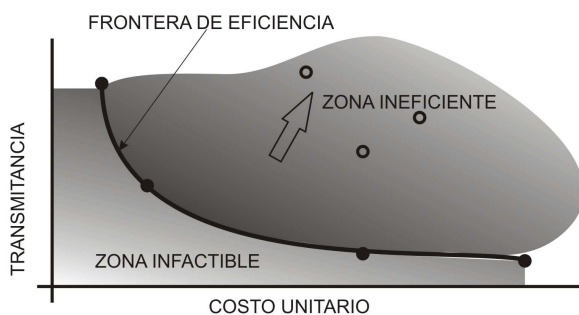


Fig. 1: Esquema explicativo del concepto de Frontera de Eficiencia

## ESTRUCTURA DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento, que abarca dos aspectos inter-relacionados, se realiza en cuatro partes: datos básicos, cálculos intermedios, cálculos finales, y análisis estadísticos. La Fig. 2 presenta un esquema de la estructura del procedimiento elaborado, con las relaciones entre sus aspectos y partes intervinientes.

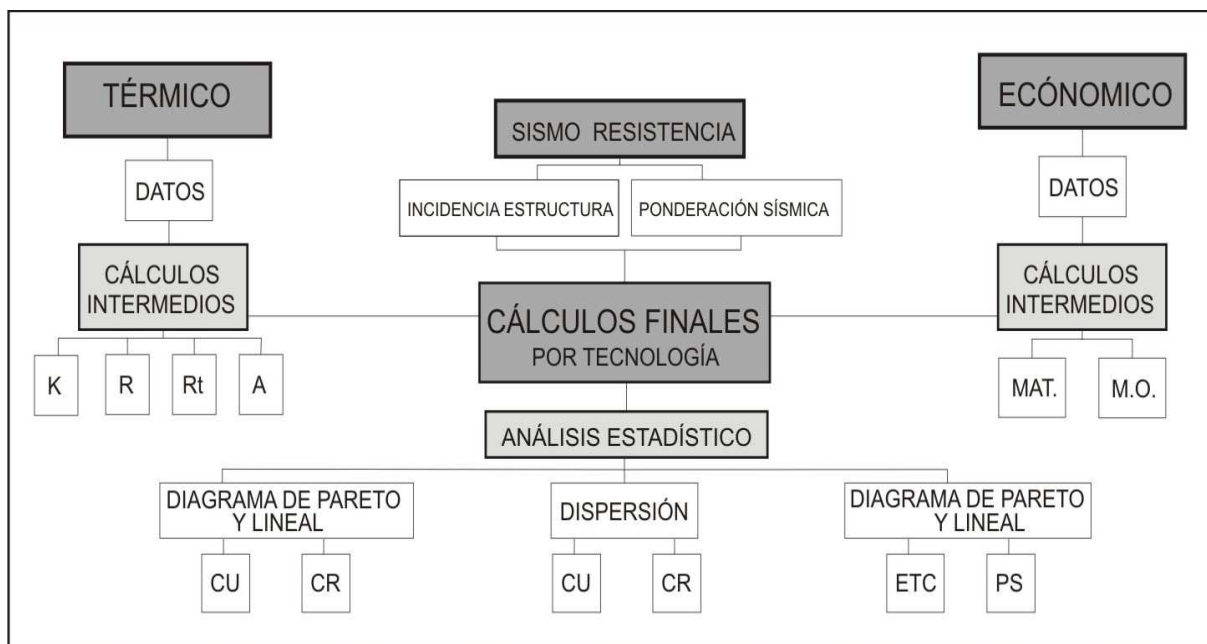


Fig. 2: Esquema de la estructura del procedimiento elaborado. K= Transmitancia, R= Resistencia, Rt= Retardo, A= Amortiguación, MAT.= Materiales, M.O.= Mano de Obra, CU= Caso Urbano, CR= Caso Rural, ETC= Eficiencia Térmico-Económica, PS= Ponderación Sísmica

## CASOS DE ESTUDIO

Con el fin de realizar una aplicación concreta del procedimiento elaborado, se seleccionaron doce tecnologías de envolvente divididas en tres grupos según sus características térmicas y nivel de complejidad constructiva, las cuales se explicitan en la Tabla 1, con los códigos adoptados.

CAT.	TECNOLOGÍAS	COD.	DESCRIPCIÓN
1	Tradicionales	M1	Muro de ladrillo de 30 cm (26cm, revoque ambas caras).
		M2	Muro de ladrillón de 18cm.
		M3	Muro de ladrillo hueco de 20cm (18cm, revoque ambas caras).
2	Tradicionales Bioclimáticas	M4	Muro de ladrillón con aislante y envolvente de ladrillo hueco 8cm*.
		M5	Muro de 2 medios ladrillones con aislación y reforzado*.
		M6	Muro de ladrillón con aislante y envolvente de ladrillón de canto.
		M7	Muro de ladrillón con aislante y ladrillo de hormigón 15cm*.
3	De Tierra	M8	Muro de Suelo cemento armado con contrafuertes, vigas de fundación y encadenado.
		M9	Muro de adobe de 40 cm (techo simplemente apoyado).
		M10	Muro de adobe armado con contrafuertes en esquinas y revoque con paja.
		M11	Muro de quincha de caña y barro (5cm). Columnas de madera en terreno natural.
		M12	Muro de quincha mejorada idem M11 + columnas de madera en bases de H° y parantes. Malla metálica para proyección de barro.

Tabla 1: Tecnologías de envolvente analizadas con el procedimiento elaborado. (\*) Tecnologías presentadas en Marek y Filipín (2003)

## APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Se aclaran aquí algunos criterios aplicados para el cálculo económico por unidad de superficie. Los costos de mano de obra son considerados para cada capa por separado para discriminar la incidencia de cada una de las mismas en el costo total de tipo de muro. El cálculo se realiza sumando el producto de la cantidad de horas de Oficial y/o Ayudante que insume cada tarea para realizar 1 m<sup>2</sup> de muro, por el costo horario de mano de obra correspondiente.

Para el cálculo de la incidencia de los costos de estructura se ha considerado el porcentaje incidente por metro cuadrado de un paño de muro característico con su estructura correspondiente. Desde M1 a M7, se ha establecido estructura de H° A° de encadenado con las medidas máximas (ancho y largo) que permite la norma para estos muros. Se considera un muro sin aberturas, de 3m de alto y 5 m de largo, viga de encadenado superior, columna y viga de encadenado inferior y zapata corrida. Para cada elemento portante se realiza la suma de los productos del costo unitario de materiales por la cantidad empleada y el total se divide por el área de muro.

El mismo criterio se aplica para la mano de obra y se suman ambos resultados para obtener el costo total de incidencia de la estructura. A su vez, algunos de los tipos de muros requieren ser reforzados, lo cual se encuentra discriminado, tanto en los costos de materiales como de mano de obra.

En el caso de M8 se considera el porcentaje de la estructura de la misma manera, teniendo en cuenta las medidas máximas de muro que permite esta tecnología, es decir, 2,75m de alto y 2,80m de largo. Para las tecnologías de M9 a M12, se ha considerado, por un lado la forma vernácula de construir, y por otro sus respectivas propuestas mejoradas desarrolladas por otros autores. Para el adobe se considera 2.4m de alto y 3m de largo. En el caso del adobe mejorado se considera una altura de 3m y una longitud de 6m. Para quincha mejorada se considera 2.80 m de alto y 4 de longitud.

A su vez, se han analizado dos situaciones: Caso Urbano y Caso Rural, los cuales se diferencian por los costos de transporte de materiales y por el costo de mano de obra. A modo de ejemplo se muestran en las Tablas 2 y 3 las planillas síntesis de cálculos térmicos y económicos utilizadas para las tecnologías M6 y M8, y la Tabla 4 resume los valores totales y esquemas de las 12 tecnologías.


M6	DESCRIPCIÓN	ESP.	U.	CANT.	\$/U.	\$Mat.	\$M.O	\$TOTAL	INC.	R	Ret Hs.	Amortig.	Transmitancia W/c²m2	
1	Revoque fino	0.005	m2	1	0.61	0.61	6.06	6.67	3.1	0.02	0.43	0.89		
2	Revoque grueso exterior	0.015	m	1	2.20	2.20	8.16	10.36	4.8	0.02	0.57	0.86		
3	Ladrillón de panderete junta enrasada	0.06	m2	18	0.56	10.08	9.00	19.08	10.12	0.09	1.66	0.70		
4	Poliestireno	0.05	m2	1	12.5	12.5	7.50	20	10.60	1.43	0.54	0.87		
5	Barrera de vapor	0.01	m2	1	4.47	4.47	3.59	8.06	4.28	0.01	0.05	0.99		
6	Ladrillón	0.18	m2	32	0.56	17.92	19.31	37.23	19.74	0.21	3.39	0.44		
7	Armado Hierro de 4,2	0.02	ml	2	0.30	0.6	3.75	4.35	2.31					
8	% costo de estructura portante					42.30	40.56	82.86	43.93					
	SUB-TOTAL					87.87	83.71							
	TOTAL							188.61	100	1.78	6.64	4.75		0.84

Tabla 2: Muro de ladrillón con aislamiento y ladrillón de canto armado.

M8	DESCRIPCION	ESP.	U.	CANT.	\$/U.	\$Mat.	\$M.O	\$TOTAL	INC.	R	Ret Hs.	Amortig.	Transmitancia W/c°m2
1	bloque de suelocemento 54.7 u.	0.185	m3	0.5	14.6	7.30	34.88	42.18		0.44	6.89	0.16	
2	Armado hierro del 6		m	6.4	0.64	4.11	3.75	7.86					
3	% costo de estructura portante					12.34	20.00	32.34					
	SUB-TOTAL					23.75	58.628						
	<b>TOTAL</b>							<b>82,37</b>	<b>100</b>	<b>0,44</b>	<b>6,89</b>	<b>0,16</b>	<b>2,51</b>

Tabla 3: Muro de suelo cemento de 18,5 cm armado.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Detalle												
R	0,38	0,24	0,43	1,86	1,60	1,70	1,94	0,44	0,91	0,91	0,33	0,38
Ret Hs.	6,78	3,81	6,85	8,02	5,27	6,12	10,14	6,89	13,60	13,60	2,35	2,56
Amortig.	3,85	1,33	3,85	6,47	3,85	4,87	4,49	0,16	0,89	0,89	2,45	2,41
K W/c°m <sup>2</sup>	2,91	4,45	2,63	0,82	0,91	0,87	0,80	2,51	1,34	1,34	3,35	3,00
<b>CASO URBANO</b>												
\$Mat.	98,32	63,03	75,58	105,17	99,60	87,87	103,50	23,75	44,89	16,60	7,32	14,58
\$M.O	96,22	74,09	81,68	112,27	117,04	83,71	116,59	58,63	54,76	53,69	12,38	22,47
\$TOTAL	<b>194,54</b>	<b>137,12</b>	<b>157,26</b>	<b>217,44</b>	<b>216,64</b>	<b>188,61</b>	<b>220,09</b>	<b>82,37</b>	<b>62,16</b>	<b>62,74</b>	<b>14,25</b>	<b>37,04</b>
<b>CASO RURAL</b>												
\$Mat.	106,79	63,50	72,41	113,64	108,07	88,34	111,97	23,75	11,96	5,89	8,09	11,35
\$M.O	17,62	10,06	13,95	28,75	34,60	13,78	23,62	11,83	10,86	10,31	3,20	9,95
\$TOTAL	<b>124,41</b>	<b>81,56</b>	<b>94,37</b>	<b>142,39</b>	<b>142,67</b>	<b>117,64</b>	<b>135,59</b>	<b>35,57</b>	<b>18,26</b>	<b>19,40</b>	<b>9,07</b>	<b>21,30</b>

Tabla 4. Valores totales y esquemas de las 12 tecnologías.

#### Caso Urbano

Para una justa evaluación se ha considerado todas las propuestas realizadas por mano de obra especializada. El costo por hora de Oficial y/o Ayudante, corresponden a los valores del mercado de la construcción local a julio de 2006, siendo \$/h 6,25 y \$/h 5,625 respectivamente.

Para algunas tareas se entrevistó a 2 Oficiales con vasta experiencia en la construcción, quienes proporcionaron los datos necesarios. No se considera incremento en el costo de transporte ya que por lo general las empresas proveen los materiales en la obra. Los resultados del cálculo estadístico de dispersión se muestran en la Fig. 3, que relaciona costos con transmitancia, remarcando la *Frontera de Eficiencia* y el límite de *Transmitancia Máxima* según Norma IRAM 11605 (1980) conforme a tabla de valores máximos en Evans y de Schiller (1991). Para este caso de estudio se utiliza el valor 1,97 en unidades SIMELA correspondiente a 400Kg/m<sup>2</sup> para pared en zona bioambiental IIIa.

A modo de ejemplo de la lectura de la Fig. 3, se realiza la comparación de M9 y M6, donde se observa que para disminuir la transmitancia térmica de 1,34 (M9) a 0,87; el costo aumenta de \$62,16 (M9) a \$188,61 en M6 (Ver Tabla 4). La Fig. 4, contiene el diagrama de Pareto con los costos de materiales y mano de obra, combinado con los lineales de propiedades térmicas.

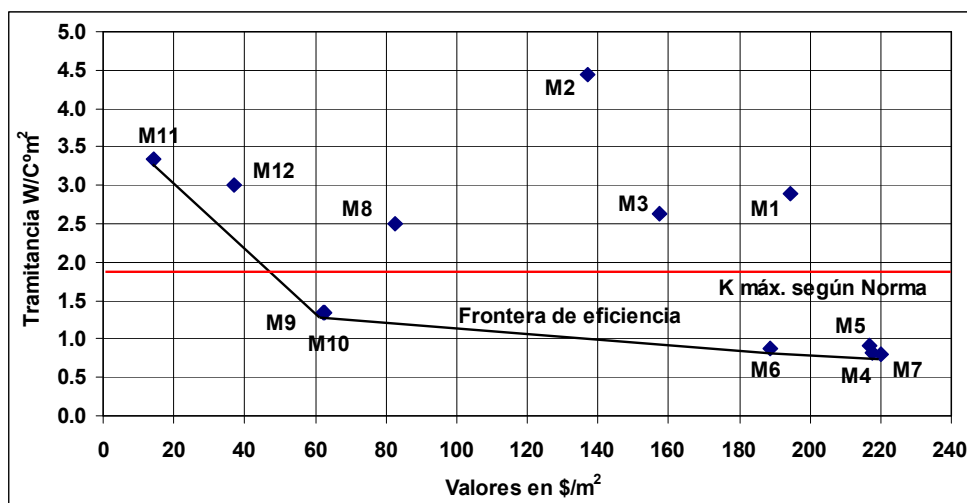


Figura 3: Diagrama de dispersión para el Caso Urbano, Transmitancia vs. Costos Totales por m<sup>2</sup> de cada tecnología.

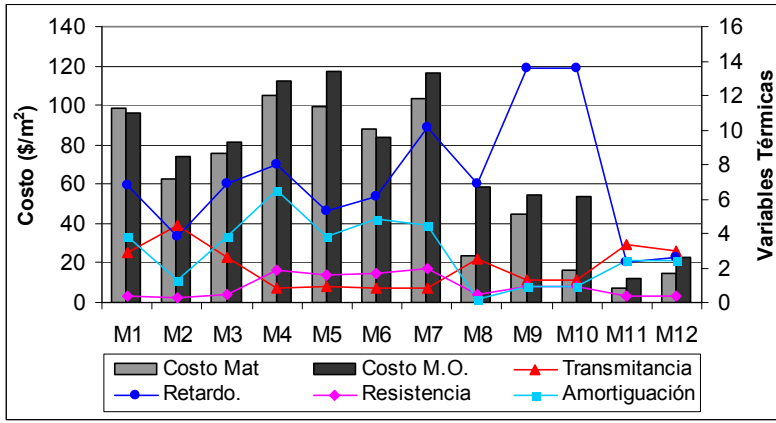


Figura 4: Costos de materiales y mano de obra para el Caso Urbano.

**Caso Rural**

En este caso se consideró un incremento en el costo de materiales debido al transporte a una distancia de 150 Km. A su vez, por tratarse de sistemas factibles de ser realizados por autoconstrucción, el costo de mano de obra se estableció en función de planes sociales, mientras que las tareas relacionadas para el soporte estructural, incluyen el costo de un Oficial. Cabe destacar que las tecnologías de envolvente M4 a M7 requieren de más horas de trabajo debido a la colocación de la aislación de poliestireno expandido de 15kg/m<sup>3</sup> de densidad.

Los resultados del cálculo estadístico de dispersión se muestran en la Fig. 5, que relaciona costos con transmitancia, remarcando la *Frontera de Eficiencia* y el límite de *Transmitancia Máxima* según Norma IRAM 11603 (1996), y en la Fig. 6, el diagrama de Pareto con los costos de materiales y mano de obra, combinado con los lineales de propiedades térmicas.

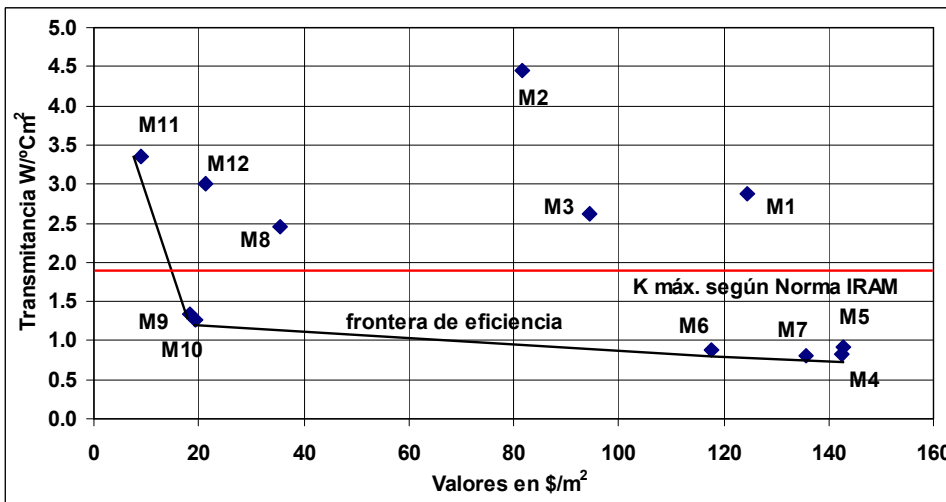


Figura 5: Diagrama de dispersión para el Caso Rural, Transmitancia vs. Costos Totales por m<sup>2</sup> de cada tecnología.

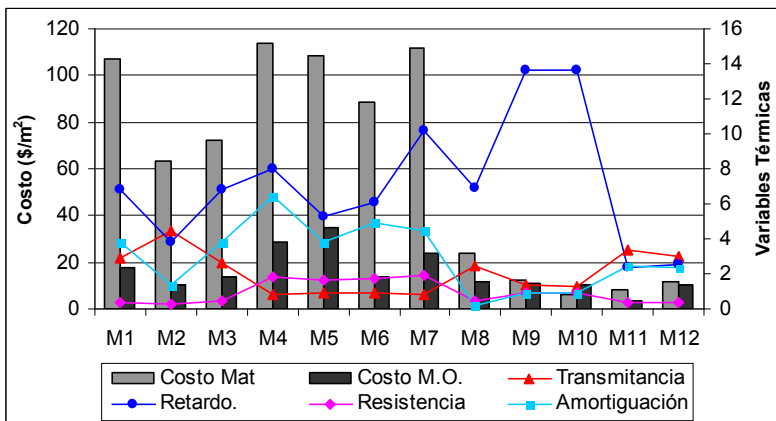


Figura 6: Costos de materiales y mano de obra para el Caso Rural.

### Evaluación con ponderación de sismo resistencia

La valoración cualitativa de las envolventes estudiadas conforme a su calidad sismo-resistente, se realiza adoptando el índice de *Ponderación Sísmica* (PS) comprendido entre 0 y 1, cuyo mayor valor corresponde a mayor riesgo sísmico, asignando el menor valor a las tecnologías conformadas por estructura portante (EP) y envolvente de una capa principal (M1a M3), y valores en orden gradualmente creciente según posean o no EP y la esbeltez causada por la existencia de varias capas constructivas (M4 a M8), o por la importancia que adquiere la masa del muro (M9 a M12).

Estos se muestran en forma de barra en la Fig. 7, relacionándolos con el índice de eficiencia térmico-económico (ETC) calculado para cada tecnología, representado linealmente.

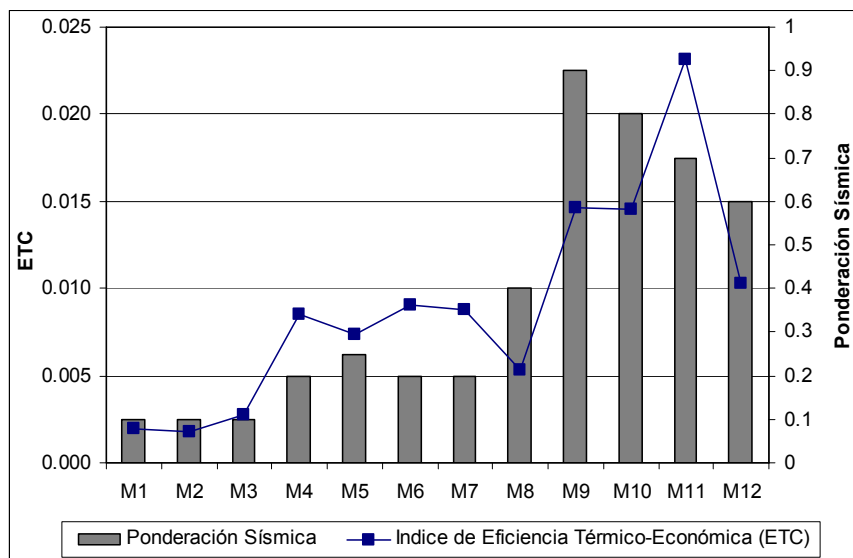


Figura 7: Relación entre índices PS y ETC.

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Fig. 2 se observa por un lado, que las tecnologías tradicionales mejoradas (M4 a M7) y las tecnologías de adobe y adobe mejorado (M9, M10) verifican la norma, y por otro, que dentro de las tecnologías mejoradas se observa un marcado incremento en los costos, tanto de materiales como de mano de obra, en M4, M5, y M7, con respecto a M6.

El muro de ladrillón (M2) no responde en absoluto a las necesidades térmicas de la zona, pero por su conveniencia económica y por su simplicidad constructiva actualmente se utiliza asiduamente tanto en construcciones estatales como privadas, sin reparo de las consecuencias negativas sobre el ambiente interior y exterior, que afecta el confort de los moradores y produce un excesivo consumo de energía.

La mejor relación precio/calidad térmica se observa en M6, muro de ladrillón con aislación y envolvente exterior de ladrillón de canto con junta enrasada. Es un 14,3% más económico que las 3 tecnologías más caras en el caso urbano. Dado su accesible costo y altas cualidades térmicas, se puede proponer algunas variantes, como por ejemplo adicionarle el revoque grueso y fino exterior. En este caso el incremento en el costo es de un 9%, con respecto a la propuesta inicial. Esto disminuiría la diferencia en un 5,3%.

El muro de suelo cemento (M8) si bien no verifica a la norma, se encuentra cercana a la frontera de eficiencia. Esta tecnología supera las características térmicas de M1 y M3, tecnologías utilizadas intensivamente en la región.

Si se comparan las Figs. 2 y 4 se observa un marcado cambio de la pendiente en la frontera de eficiencia, principalmente en la diferencia de precios entre las tecnologías de adobe y la quincha tradicional, siendo más eficiente la primera en el Caso Rural.

Conforme muestran las Figs. 3 y 5, las tecnologías M4 a M7 son las que presentan mejor comportamiento térmico, pero a mayores costos, resultando fuertemente incrementados los de Materiales en el Caso Rural, en el cual figuran como más convenientes las tecnologías M8 a M10. A su vez, la incidencia de los costos de Mano de Obra en el Caso Urbano en todas las tecnologías supera entre cuatro y seis veces los del Caso Rural.

En la Fig. 6 se verifica que el índice ETC se incrementa en el mismo sentido que el de ponderación sísmica con excepción de las tecnologías M8 y M11. Esto indica una valoración relativa, negativa para la primera y positiva para la segunda. Resultan más favorables las tecnologías M4, M6 y M7, pues con un bajo riesgo sísmico se logra un aceptable ETC. De M1 a M3 a un mínimo riesgo sísmico corresponde la eficiencia mínima, en cambio para M9 y M10 se invierte la relación. En M12 se comprueba que las mejoras disminuyen notablemente el ETC sin incrementar significativamente la seguridad sísmica.

## CONCLUSIONES

El procedimiento desarrollado permite realizar múltiples comparaciones relacionando parámetros térmicos y económicos, en una forma sencilla. Los índices PS y ETC ajustan las valoraciones en forma cuali-cuantitativa, el primero responde a los requerimientos de seguridad sísmica de la zona y complementa al segundo que da una idea más ajustada de la eficiencia de inversión por unidad de resistencia térmica. La inclusión del tratamiento estadístico de resultados considerando valores de referencia, tales como la frontera de eficiencia y el límite de K máximo, facilita la lectura de tablas y diagramas para obtener conclusiones. Si bien el soporte informático debe ser mejorado, es una herramienta potente para la automatización del análisis que se efectúa. Ha sido probado en una aplicación concreta, cuyos resultados han sido analizados en el punto anterior.

Las afirmaciones realizadas son válidas sólo bajo las condiciones y los criterios definidos en el presente trabajo, y sirven para demostrar la utilidad de considerar costos diferenciados, tanto en lo relativo a materiales y mano de obra, como a la incorporación de soportes estructurales, y a las situaciones urbana o rural. Los valores obtenidos corresponden a precios de mercado local del mes de julio de 2006, y pueden ser actualizados introduciendo los precios unitarios del momento en que se realiza una evaluación comparativa. El espectro de estudio puede ser ampliado incluyendo otras variantes de tecnologías y de componentes de envolvente.

## REFERENCIAS

- Albarracín O., Blasco Lucas I. (2001). Suelo-Cemento: Mejoramiento de Técnicas para la Autoconstrucción en Areas Rurales Arido-Sísmicas. Trabajo 3.2. Actas Digitales del Primer Simposio de la Vivienda de Hoy. Universidad Tecnológica de Mendoza, Argentina.
- Blasco Lucas I. (2002). Potencial de Ahorro Energético en el Sector Residencial desde un Enfoque Bioclimático. Tesis de Maestría en Energías Renovables – UIA-España. 110 páginas. Editorial FAUD – en prensa.
- Blasco Lucas I. (2004). Valoración del Comportamiento Edificio en Zona Árida. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA) Vol. 8, pp. 05.13-05.18.
- Chandías M., Ramos J. (2004). Cómputos y Presupuestos: Manual para la construcción de edificios con computación aplicada. Decimonovena Edición. pp. 355-420. Librería y editorial Alsina. Bs. As.
- Chauliaguet Ch., Baratçabal P., Batellier J.P. (1978). La energía solar en la edificación. pp. 92. Editores Técnicos Asociados SA, Barcelona, España.
- Evans M., de Schiller S. (1991). Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar. Serie Ediciones Previas, pp. 107. Secretaría de Extensión Universitaria, Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, Universidad de Buenos Aires.
- Filippín C., Flores Larsen S. (2005). Comportamiento térmico de invierno de una vivienda convencional en Condiciones reales de uso Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 9,. Impreso en la Argentina. pp. 05.67-05.72  
[http://www.paredes.org.pe/t\\_quincha.htm](http://www.paredes.org.pe/t_quincha.htm)  
[http://www.world-housing.net/tutorials/adobetutorialESP/adobe\\_spanish\\_tutorial.pdf](http://www.world-housing.net/tutorials/adobetutorialESP/adobe_spanish_tutorial.pdf)
- Índice CIRCOT (2006). Modelo I Vivienda en Planta Baja - 05/07/06. Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional.
- Izard J. L., Guyot A. (1983) Arquitectura Bioclimática. Ediciones Gustavo Gili SA, pp. 107, México.
- Marek L., Fillipín C. (2003). Tecnologías de envolventes de edificios, Obra Inédita.
- Martínez, C. (2005). Comportamiento térmico-energético de envolvente de vivienda en s. M. De Tucumán en relación a la adecuación climática Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 9, pp. 5.01-5.06, Salta, Argentina.
- Normas IRAM 11601 (2002). Aislamiento Térmico, Métodos de Cálculo
- Normas IRAM 11603 (1996). Clasificación Bioambiental de Argentina

## AGRADECIMIENTOS

Por la información oportunamente brindada, se agradece, a los Srs. José Alfredo Estrada (Oficial especializado), Jorge Álvarez, Fabián Torres y Aníbal Salinas (Constructores con adobe); y a las siguientes empresas: Benavides SA, Aceros San Juan SA, Aislantes Janin e hijos, Maderas San Pablo, y Carrizo Fletes. Este trabajo ha sido favorecido por la discusión con el Dr.-Ing. Fernando Olsina, cualquier error u omisión quedan a cargo de los autores.

## UNITARIAN THERMAL-ECONOMIC EVALUATION PROCEDURE OF BUILDING'S SHELL IN DRY-SEISMIC ZONES

### ABSTRACT

It is important to have upgraded values when take place a classification of technologies used for building's shell in dry-seismic zones referred to the interrelation of their thermal and economic aspects. In order to make a contribution in this theme, the present work develop a procedure based on the analysis of the envelope built unit surface, which is applied to 12 wall types, grouped in three categories: a) traditional, b) traditional bioclimatic, c) with earth. Analyzed thermal parameters are: U value, Resistance, Time Delay, and Swing Reduction. The economic ones consist on the initial costs, as much of materials as labour, including structural costs incidence for tremor-resistance technologies. Informatics support is designed on programmed electronic sheets, being feasible to enlarge the spectrum of studio. Results show the procedure skilfulness, because it allows an accurate valuation of analyzed technologies.

**Keywords:** valuation, thermal-economic, building's shell, dry-seismic zones, procedure