

VALORACIÓN TÉRMICO-ECONÓMICA DE MUROS CONSTRUIDOS CON TIERRA

Halimi C. Sulaiman – Irene Blasco Lucas – Celina Filippín

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.faud.unsj.edu.ar>
E-mails: halimi.sulaiman@gmail.com, iblasco@farqui.unsj.edu.ar, cfilippin@cpenet.com.ar

Palabras claves: muros con tierra, desempeño térmico, economía.

RESUMEN

Tradicionalmente en la Argentina –al igual que en otros países de la región- los muros construidos con tierra son frecuentemente utilizados en zonas suburbanas o rurales de escasos recursos. Con el fin de comparar distintos tipos de tecnologías con tierra, se realiza una evaluación cuantitativa de cinco sistemas durante la fase de uso del ciclo de vida, relacionando sus costos con diferentes parámetros asociados al bienestar higrotérmico y a la seguridad sísmica de sus usuarios, considerando el uso de climatización convencional y mano de obra parcialmente especializada en la construcción de los mismos. Se aplica para ello el Modelo ETE-U (Evaluación Térmico-Económica Unitaria) desarrollado en investigaciones previas, que permite obtener un índice monetario por unidad de superficie para cada tipo de muro.

Los sistemas constructivos con tierra seleccionados abarcan tanto tecnologías livianas como pesadas. Entre los primeros se encuentran: la quincha tradicional y la quincha mejorada, y entre los segundos, el adobe tradicional, el adobe mejorado y el suelocemento armado. Para asegurar la homogeneidad de resultados, se definen tramos de muros equivalentes incluyendo consideraciones estructurales, dado que el análisis se realiza para la ciudad de San Juan, Argentina, que se ubica en una zona de muy elevada peligrosidad sísmica.

La evaluación considera integralmente durante la vida útil de los sistemas construidos, los costos iniciales (materiales, mano de obra, equipos de climatización) y operativos (relacionados con el mantenimiento y el consumo de energía para climatización). Los costos son calculados a valor presente para propiciar una justa comparación y se los contrasta con los de un muro tradicional construido en ladrillón (sistema de referencia).

El desempeño térmico de los muros se determina a partir de la transmitancia térmica de cada uno, con la cual se calcula por diferencia de temperatura interior y exterior el consumo energético que sería necesario para alcanzar bienestar higrotérmico interior, utilizando datos meteorológicos de temperatura y humedad de la zona registrados en la Universidad Nacional de San Juan y definiendo las condiciones interiores según estándares internacionales de confort. Los índices obtenidos para cada sistema son ponderados con una valoración cualitativa de su nivel de seguridad sísmica.

Los resultados definen el reducido costo de los sistemas constructivos seleccionados respecto al de referencia demostrando la conveniencia de su uso con adecuado mantenimiento. El orden de prelación obtenido ubica a las tecnologías livianas en primer lugar. Entre las pesadas, el suelocemento armado (de 18,5cm de espesor) es comparable al adobe tradicional (de 40cm de espesor), con una significativa mayor seguridad sísmica, pero duplicando su consumo energético.

Por otro lado, el costo total anual de la quincha representa una tercera parte del valor obtenido para el adobe tradicional, aunque duplica también su consumo de energía. Las tecnologías pesadas presentan costos similares de Mano de Obra entre sí, triplicando y hasta cuadruplicando los ocasionados por las livianas. En cada tecnología, los materiales significan entre el 20% y el 30% de los costos de construcción.

Se realiza un estudio de sensibilidad bajo diferentes escenarios considerando determinadas combinaciones de precios de energía y tasas de interés.

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías con tierra pueden ser una propuesta sustentable, una solución económica, de bajo consumo energético, con aceptable seguridad sísmica en zonas urbanas de baja densidad y responder al déficit habitacional que enfrentan los países de la región. El uso de la energía en el ambiente construido es, sin lugar a dudas, uno de los aspectos esenciales a ser abordados por planificadores y diseñadores para alcanzar en medianos y largos plazos la sostenibilidad energética y ambiental de los medios urbanos (Arboit et al., 2008). Está demostrado que los edificios son importantes consumidores de energía en todos los países (Al-Homoud, 2005). Un diseño apropiado de las envolventes puede propiciar el ahorro de energía convencional (Al-Homoud, 2000; Filippín y Flores Larsen, 2005;).

Los muros construidos con tierra son utilizados tradicionalmente por usuarios de escasos recursos y prácticamente son excluidos como una alternativa válida en la construcción y el diseño realizado por profesionales y planes habitacionales en zonas de elevado riesgo sísmico. Sin embargo, existen varios motivos para la utilización de estas tecnologías. Su bajo costo propicia la construcción de diversos usos y facilitan el acceso a la vivienda a gran cantidad de personas. Los componentes constructivos deben ser analizados para poder minimizar el malgasto de energía y maximizar el uso (Fernández, 2003). Las características energético/económicas de estos componentes constructivos superan en muchos casos a los muros tradicionales utilizadas en la región. Esta ventaja ha impulsado el estudio y mejoras en el diseño de los sistemas constructivos que aumentan su resistencia al sismo y mejoran condiciones de confort interior logrando mayor habitabilidad para sus usuarios.

El objetivo del presente trabajo es realizar una evaluación cuantitativa del ciclo de vida de cinco tipos de muro con tierra sobre un escenario base con condiciones concretas de clima, requerimientos de confort y costos de climatización convencional a valores actualizados. Con el fin de unificar en un solo análisis las diversas variables, se establece un ranking de las diferentes alternativas por unidad de superficie y costos anualizados, aplicando el Modelo ETE-U (Evaluación Térmico-Económica Unitaria) desarrollado por Sulaiman en investigaciones previas (Blasco; Sulaiman, 2006).

2. TECNOLOGÍAS ANALIZADAS Y ESCENARIO BASE DE EVALUACIÓN

Los componentes constructivos con tierra seleccionados abarcan tanto tecnologías *livianas* como *pesadas*. La Tabla 1 presenta las características constructivas y estructurales de cada tipo de muro analizado. Para asegurar la homogeneidad de resultados, se definen tramos de muros equivalentes especificados en el ítem dimensión. Dado que la aplicación se realiza en la ciudad de San Juan, Argentina (68° 31 S, 31° 31 O), ubicada en una zona de muy elevada peligrosidad sísmica, se incluyen consideraciones estructurales tanto en los aspectos económicos como térmicos de los muros.

MUROS	DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA	Tamaño	Vida Útil (años)	Mantenimiento		MO (ene 2009)	H	Gas	AC	Elec	Confort	Tasa descuent
					años	% CC							
M1	Muro de suelocemento de 18.5 cm x 18.5 cm.	CF 4 Ø8 + 1 Ø6 c/3 hiladas	2.8 x 4	40	5	10	Oficial: \$/h 9.26 Ayudante: \$/h 7.84	Tiro Balanceado 3000cal/h:\$600, instalación 0.144 (\$/m³)	AC 3000 fríg/h: \$ 1890, instalación \$260	0.1691 (\$/kWh)	75% de personas en confort	10%/año	
M2	Muro de adobe de 40 cm, revoque con paja	ZC y VES	2.4 x 3	30		16							
M3	Muro de adobe armado con caña, rev. c/ paja	CF	3 x 6	35		12							
M4	Muro de quincha de caña y barro (5 cm esp.)	C de rollizo en terreno natural	2.8 x 4	15		20							
M5	Muro de quincha mejorada (5 cm) con parantes de madera + malla	C de rollizo en base de H°	4	20		18							

Tabla 1: Muros analizados. CF: contrafuertes, ZC: zapata corrida, VES: viga de encadenado superior, C: columna, %CC: porcentaje de costos de construcción, H: Calefacción, AC: aire acondicionado

Para el cálculo de los costos incurridos en la fase de uso del ciclo de vida es necesario definir ciertos parámetros en un Escenario Base representado en la parte sombreada de la Tabla 1. Dada la diversidad de las tecnologías de muros analizadas, resulta importante definir la vida útil de cada construcción, periodos de mantenimiento requeridos, porcentaje de los costos de construcción (CC) que se reinvierten en cada mantenimiento, etc.

Los costos de materiales y equipos corresponden al mes de abril de 2009 obtenidos del mercado local, en tanto que los costos de mano de obra corresponden a los valores oficiales publicados por la UOCRA (Unión Obreros de la Construcción de la Republica Argentina) para la zona correspondiente. Los costos unitarios de energía corresponden a tarifas residenciales (R1) y la tasa de descuento anual corresponde al 10 %. El requerimiento de confort establecido corresponde al 75% de las personas en confort, parámetro *regular* del International Standard de la American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, (ASHRAE,1989). Los datos meteorológicos considerados han sido medidos por el Instituto de Energía Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la UNSJ en la Ciudad de San Juan, la cual corresponde a la zona bioambiental IIIa de Argentina.

3. VALORACIÓN ENERGÉTICO/ ECONÓMICA

La evaluación considera integralmente durante la vida útil de los sistemas los costos *iniciales* (materiales, mano de obra, equipos de climatización) y *operativos* (relacionados con el mantenimiento y el consumo de energía para climatización). Se desestiman los costos energéticos generados por la producción de materiales. Los costos son calculados a valor presente para propiciar una justa comparación y se los contrasta con los de un muro tradicional construido en ladrillón (sistema de referencia) en Figura 3.

3.1. Costos de construcción y su incidencia en el total

Se presentan gráficamente (Figura 1) los costos totales de construcción de la unidad de superficie (m²), discriminando materiales (MAT) y mano de obra (MO). Se observa enfáticamente la incidencia de la mano de obra semi especializada en los costos de construcción (CC), llegando en algunos casos a triplicar los costos de materiales, como es el caso del adobe mejorado.

Las tecnologías *pesadas* generan mayor costo de mano de obra que las envolventes *livianas*. Esto se debe principalmente a la estructura portante como vigas de encadenado, colado de hormigón en contrafuertes, y cimientos. Los costos estructurales de M1 representan el 48.2% del total, en tanto que la estructura representa el 31.5% para M4. Mejoras estructurales en el diseño del componente constructivo liviano M5 se traducen en un incremento en los costos estructurales. En los CC, la quincha M4 es un 72.6% más económica que M1 suelocemento armado.

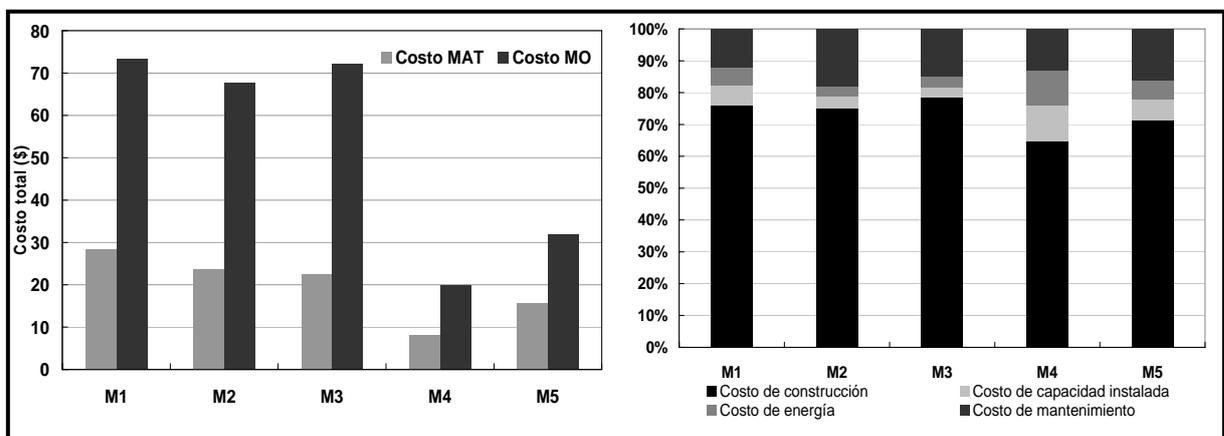


Figura 1: Costos de construcción y porcentaje de costos anuales del total por tipo de muro.

A su vez, se grafica el porcentaje correspondiente al total de costos anuales que implican los cuatro grupos de costos analizados. Es interesante observar, por un lado que los costos de construcción implican entre un 60% (M4) y 80% (M3) del total. Los costos de climatización necesarios para mantener el confort con M2 y M3 representan el 6.5% del total de cada muro, mientras que dichos costos representan el 22.4% en M4 y el 13.2% en M5.

3.2. Costos y consumos energéticos

El desempeño térmico de los muros se determina a partir de la transmitancia térmica que cada componente constructivo presenta, con la cual se calcula por diferencia de temperatura interior y exterior el consumo energético que sería necesario para alcanzar bienestar higrotérmico interior, utilizando datos meteorológicos de temperatura y humedad de la zona y definiendo las condiciones interiores según estándares internacionales de confort. Los costos de climatización comprenden tanto la capacidad instalada (CCI) necesaria como los costos de energía (CE). Se estableció un volumen para acondicionar comprendido entre cuatro muros de las dimensiones específicas para cada tecnología (Ver Tabla 1). El análisis de dichos costos están discriminados en calefacción (H) y aire acondicionado (AC).

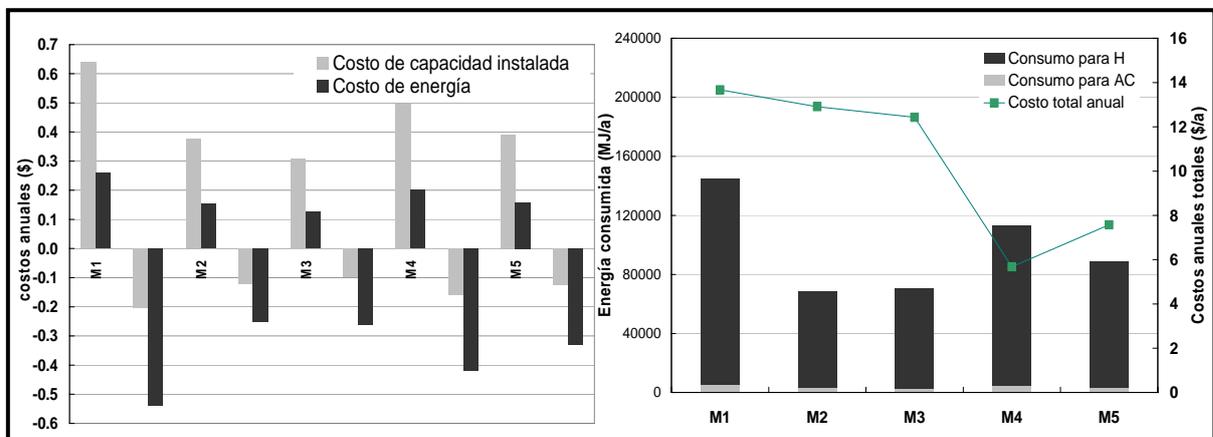


Figura 2: Costos anuales de energía vs capacidad instalada y Energía consumida vs costo total anual de cada muro.

En la Figura 2 se grafican los costos anuales generados por cada tipo de muro de capacidad instalada y de energía tanto para H (-) como para AC (+). En una comparación general se observa que los CCI de AC representan más del doble de los costos de energía requeridos para acondicionar y superan ampliamente los costos de los equipos de calefacción. Por el contrario, la capacidad instalada de calefacción apenas equivale a la mitad de los costos energéticos en invierno. Los mayores costos de climatización los presenta el suelocemento con un costo anual de \$ 0.84 de capacidad instalada y \$ 0.80 de energía por m². A su vez, la quincha M4 genera un 22.3% menos respecto de M1, tanto de CCI como de CE.

Consecuente con la gráfica de los costos, los consumos energéticos, se destaca el consumo de calefacción respecto de la energía total consumida por los muros. Ello denota cuán económico resulta el gas natural para los usuarios, dado que su elevado consumo no se ve reflejado en los bajos costos de calefacción. Según especificaciones técnicas de los equipos, el sistema de calefacción tiene una eficiencia de sólo el 80%. Dado que el análisis está basado en la transmitancia térmica no tiene en cuenta las cargas térmicas por radiación solar y la posible acumulación y retardo de la energía acumulada, lo cual posiblemente disminuiría el consumo de H y aumentaría AC. Los resultados siguen la tendencia de datos estadísticos del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de la vecina provincia de Mendoza, Argentina (1998) donde encuentra que del consumo energético del sector residencial, el 41,1% es utilizado para calefacción de los espacios y en enfriamiento y refrigeración el consumo es del 0,5% (Arboit et al., 2008).

3.3. Índice Costo Unitario anual (CUA)

Completando el análisis, en la Tabla 2 se presenta el cuadro síntesis de resultados de cada muro por unidad de superficie. Características térmicas, costos de construcción, operativos y de mantenimiento a la vez que los consumos energéticos de cada envolvente. Finalmente los costos unitarios anuales, el índice CUA. Integra el análisis la figura 3, con la representación de dichos costos contrastando con el consumo energético que genera cada uno en GJ/año.

Los índices obtenidos para cada sistema son ponderados con una valoración cualitativa de su nivel de seguridad sísmica basada en la estructura portante, cuan monolítico o multicapas es el muro, la esbeltez y peso del mismo. La ponderación tiene como referencia mayor (muy seguro) el muro tradicional de ladrillón con encadenado y columnas de hormigón armado. EL nivel de mayor inseguridad lo presenta el muro de adobe.

		M1	M2	M3	M4	M5
Detalle						
U W/m²K		1.42	0.83	0.68	1.10	0.86
C	C. MAT	28.48	23.72	22.53	8.12	15.72
	C. MO	73.27	67.78	72.16	19.77	31.79
	Total	101.75	91.50	94.69	27.89	47.51
	Anual	10.40	9.71	9.82	3.67	5.58
Escenario Base						
C. Unit.		AC: AR\$ 0.13 ; H: AR\$ 0.04 (\$/W/año)				
CU	AC nec. W/h	5	3	2	4	3
	H nec. W/h	-7	-4	-3	-5	-4
	C. AC	0.64	0.38	0.31	0.50	0.39
	C. H	-0.20	-0.12	-0.10	-0.16	-0.12
	Anual	0.84	0.50	0.41	0.65	0.51
U	E. AC MJ/a	5520	3261	2670	4289	3371
	E. H MJ/a	-139755	-64973	-67606	-108589	-85337
	C. AC	0.26	0.15	0.13	0.20	0.16
	C. H	-0.54	-0.25	-0.26	-0.42	-0.33
	Anual	0.80	0.40	0.39	0.62	0.49
CM		1.63	2.31	1.82	0.74	1.25
CUA		13.67	12.91	12.43	5.68	7.83
Resistencia sísmica		poco seguro	muy inseguro	inseguro	inseguro	poco seguro

Tabla 2: Síntesis de resultados. Siglas ver Notas.

Un producto interesante de observar en los resultados son las características para la climatización, comenzando por los valores de transmitancia térmica (U), capacidad instalada necesaria y consumos de energía de cada muro. Claramente la performance térmico-energética de M3 es la mejor. Los valores registrados en dichos ítems son comparables a envolventes *bioclimáticas* (Filippín, 2005), pero a un costo muchísimo menor. Sin embargo, tanto la valoración de sismo resistencia y el índice de CUA, la posicionan penúltima dentro de los muros analizados, seguida por M2.

Los resultados muestran que M5 presenta un excelente comportamiento térmico y considerable ahorro energético a un costo sólo superable por la quincha tradicional M4, la cual no ofrece condiciones de resistencia mínimas al sismo y su consumo energético es mayor. Más allá de las falencias energético/económicas presentadas por algunas tecnologías, no se debe olvidar que superan ampliamente al muro de referencia de Ladrillón. Respecto de M1, podrían mejorarse sus características térmicas aumentando el espesor del mampuesto. De esta manera se mantendría una construcción sencilla, factible con costos aceptables de mano de obra.

Resulta fundamental destacar, que se considera una vida útil de sólo 15 años, con costos de mano de obra y mantenimiento (los cuales no siempre son incurridos en la construcción espontánea). Bajo estas condiciones la tecnología de quincha es considerablemente superadora por su bajísimo costo, simplicidad constructiva, características sismorresistentes, y regular consumo energético.

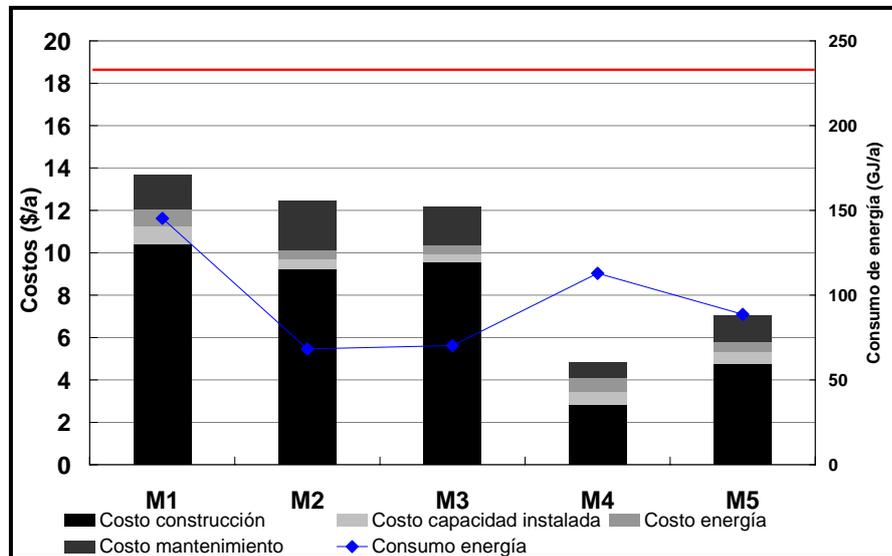


Figura 3: Costos totales anuales de cada ítem y consumo de energía anual de cada muro.

La Figura 3 muestra en diagrama de barras los costos totales anuales discriminado cada ítem y con puntos los consumos de energía. La línea roja corresponde a los valores del muro de referencia (Ladrillón, junta enrasada, encadenado de H^A) tanto de costos anuales (\$/a 18,78) como del consumo energético (236 GJ/a).

Claramente la gráfica muestra el orden de prelación resultando de mayor rentabilidad económica la quincha seguida por M5, M3 y M2, con valores similares y finalmente M1. M4 es 58,4% más económica que M1, el muro más caro. En detalle, se observa que los costos de construcción son el ítem más significativo en todos los muros. Sin embargo, no es despreciable la incidencia de los demás costos en el total, los cuales varían según la tecnología. Por ejemplo, los costos de climatización (CCI y CE) son importantes en M1 y M4, mientras que el mantenimiento es relevante en todas las tecnologías pesadas. Los CE generados por M1 son el doble que los generados por los adobes, 22% mayores respecto de M4 y 39% respecto de M5. Observando el CUA M4 resulta un 58,5% más económico que M1. Comparando las dos tecnologías con mayor seguridad sísmica M1 y M5, esta última es un 42,7% más económica que la primera.

Respecto del muro convencional de referencia todos los muros de tierra generan menor consumo de energía para climatización. El consumo de M1 es 38,5% menor con un valor de 145,2 GJ/año. Si a esto se tiene en cuenta que el costo unitario anual es 37% menor, podemos afirmar que esta tecnología es una propuesta superadora, tanto desde el punto de vista del ahorro energético, como desde la eficiencia económica.

En posteriores estudios se podría incorporar los costos ambientales, en los que seguramente M1 también superaría al muro de Ladrillón. Del mismo modo M5, es 2,4 veces más económica que el muro de ladrillón, con un consumo energético 2,65 veces menor. Sin lugar a dudas, la inversión en estudio, investigación en estos componentes constructivos al igual que su aplicación en diferentes proyectos piloto, son una alternativa sustentable en momentos de crisis energéticas y económicas como la que afronta actualmente nuestro país.

3.4. Análisis de Sensibilidad

Para este caso resulta interesante realizar dos análisis de sensibilidad posibles: Aumento del costo de la energía, tomando los costos energéticos actuales como base y diferentes tasas de descuento anual, siendo el 10% el valor considerado en el presente trabajo.

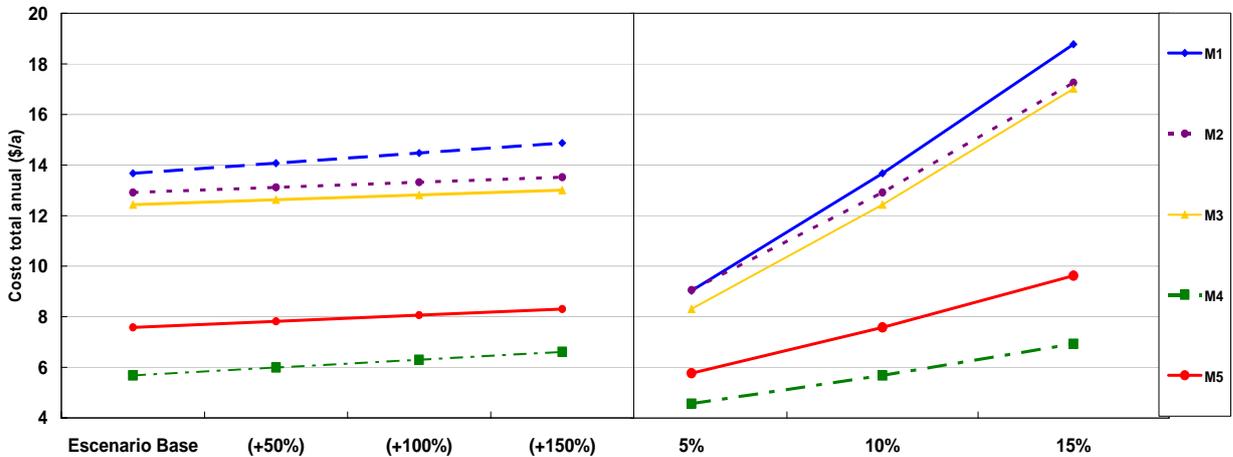


Figura 4: Sensibilidad del costo de energía y de Tasa de descuento anual.

La Figura 4 presenta el comportamiento de los costos totales anuales de cada tipo de muro dentro de dichos escenarios. Se agrupan los resultados según sean muros pesados o livianos, estos últimos considerablemente más económicos. M4 se posiciona primero en el ranking y se mantiene así en todos los escenarios analizados. Dado los bajos costos de energía actual, las posibles subas no modifican sustancialmente los resultados manteniendo una leve pendiente ascendente. Sin embargo, se observa notablemente la gran influencia que ejercen los cambios en la tasa de descuento anual. Ello se debe al significativo peso que tienen los costos de construcción en el total. Es de destacar como los CUA de M2 se igualan a los de M1 con una tasa de 5% pasando luego parecerse a los de M3 en un escenario de 15% de tasa de descuento anual. A su vez, las tecnologías livianas se separan considerablemente de las pesadas en este último análisis de sensibilidad.

4. CONCLUSIONES

El modelo ETE-U aplicado no considera ganancias de calor por radiación, ni la energía embebida en los materiales, lo cual ponderaría aún más los resultados a favor de las tecnologías con tierra. Mediante su uso se determina de manera sencilla un ranking de eficiencia económica durante la fase de uso del ciclo de vida de cinco tecnologías con tierra para muros, facilitando una rápida comparación entre las mismas, propiciando una elección basada en la interrelación de aspectos térmico-energéticos y económicos.

Bajo estas condiciones, la quincha mejorada consume 2,65 veces menos y es 2,4 veces más económica que el muro de referencia, lo cual implica un substancial ahorro de recursos. Ello justifica ampliamente el estudio, mejoramiento y aplicación de dicha tecnología, en los lugares que exista disponibilidad de madera y caña apropiadas para su construcción. Si bien los resultados son válidos bajo los parámetros detallados en la Tabla 1 y a los criterios aplicados a los datos de entrada para calcular los costos de inversión inicial, de operación y mantenimiento del modelo utilizado, el trabajo contribuye a cuantificar monetariamente las ventajas que las tecnologías con tierra presentan, brindando fundamentos para demostrar que constituyen una propuesta sustentable, que es a la vez una solución económica de bajo consumo energético, con aceptable seguridad sísmica en zonas suburbanas de baja densidad, y por lo tanto apropiadas para responder al déficit habitacional que enfrentan muchos países de la región.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AL-HOMOUD, M. "Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials". *Building and Environment* 40. Elsevier. 2005. 351–364.
- ARBOIT, M.; Arena, P.; de Rosa, C. "Evaluación térmica y económica de componentes constructivos con tecnologías disponibles, en viviendas unifamiliares en la región de Mendoza". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 12, 2008. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184 2008
- ASHRAE, Standard 55–81, in: Thermal Comfort Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, 2001.
- BLASCO LUCAS I., SULAIMAN H. "Procedimiento de evaluación térmica económica unitaria de envolventes edilicias de Zonas Áridas y Sísmicas". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (AVERMA) Argentina. 2006. Vol. 10, pp. 05.167-05.173.
- CHANDÍAS M., Ramos J. *Cómputos y Presupuestos: Manual para la construcción de edificios con computación aplicada*. Decimonovena Edición. pp. 355-420. Librería y editorial Alsina. Bs. As. 2004
- FERNÁNDEZ, J. Basso, M., Córca, M. L. y de Rosa, C. "Consecuencias energéticas de las nuevas reformas al código de edificación de la Ciudad de Mendoza" AVERMA, Ed. Millor, Salta, Argentina. 2003.
- FILIPPÍN, Celina. *Energía Eficiente. Uso eficiente de la energía en edificios*. Amerindia. Argentina. 2005.
- FILIPPÍN C., FLORES LARSEN S. "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. 2005. pp. 05.67-05.72
- Ministerio de Ambiente y Obras Públicas. "Estudio energético integral de la provincia de Mendoza". Mendoza, Argentina. 1998.
- Normas IRAM 11601. *Aislamiento Térmico, Métodos de Cálculo*. Argentina. 2002
- Normas IRAM 11603. *Clasificación Bioambiental de Argentina*. Argentina. 1996.
- SANTAMOURIS M., Asimakopoulos D.) *Passive Cooling in Building*. Second Reprint 2001. James & James (Science Publishers) Ltd. UK. 1996.

Notas:

U: Transmitancia térmica de cada componente constructivo
CC: Costos de construcción
CCI: Costos de capacidad Instalada
CE: Costos de energía
CM: costos de mantenimiento
C: Costos (por ej.: C. Mat costos de materiales, C. MO costos de mano de obra)
AC: Aire acondicionado
H: Calefacción
CUA: Costo unitario anual

Currículum:

Halimi Sulaiman: Arquitecta (2004). Becaria Doctoral CONICET Tipo II (2009-2011). Candidata Doctoral en Arquitectura (UM-2008). Investigadora en el IRPha. Ex-Becaria DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico) para realizar parte de su Tesis en la Universidad de Colonia, Instituto de Tecnologías del Trópico (ITT) (2008), Alemania. Fue abanderada de la FAUD (2004/05).

Irene Blasco Lucas: Magíster en Energías Renovables (2001). Arquitecta, (1979). Candidata Doctoral en Arquitectura (UM-2005). Directora de la Becaría. Categoría I (2005). Ha dirigido desde 1983 investigaciones en arquitectura sustentable, energías renovables y tecnologías apropiadas. Prof. Titular y Asociada Efectiva desde 1990. Docente en la Cátedra Taller de Arquitectura IV-B y Responsable del Módulo Áridos (Maestría en Arquitectura de Zonas Áridas y Sísmicas -FAUD-UNSJ).

Celina Filippín: Doctora en Ciencias, Especialidad Energías Renovables (2005). Magister en Energías Renovables (2000). Arquitecta (1977). Co-Directora de la Becaría. Investigadora Independiente de CONICET. Docente en Maestrías de la especialidad y responsable de actividades de Transferencia de Tecnología en el área arquitectura de bajo consumo de energía.