

AISLACIONES MOVILES - EVALUACION DE LA TECNOLOGIA
 DISPONIBLE EN EL PAIS Y EN EL EXTERIOR

Claudia Pía López* - Carlos de Rosa** - Alfredo Esteves#

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Centro Regional de
 Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT-ME)
 C.C.131 - 5500 Mendoza

RESUMEN

Entre las estrategias de conservación de energía utilizables en viviendas bioclimáticas, el control de las pérdidas a través de superficies vidriadas y de ventilación, tiene una particular significación cuantitativa.

Es recomendable el uso de aislaciones móviles sobre todas las aberturas vidriadas para evitar que la energía captada durante el período diurno se pierda durante el período nocturno.

En nuestro país, la utilización de estos dispositivos en viviendas es generalizada, aunque su función prioritaria no es la de controlar pérdidas sino la de proporcionar sombra, privacidad y seguridad.

El presente trabajo es un informe de avance del proyecto comprendido dentro del Programa de Becas Internas del CONICET para el período 1988-90 y que tiene por objetivo proponer bases de diseño, tecnológicas y económicas que posibiliten la producción masiva de aislaciones móviles energéticamente eficientes, aplicables a viviendas de interés social en la región Centro-Oeste del país.

Este informe expone y evalúa comparativamente los resultados de la segunda etapa del Plan de Trabajo, consistente en un relevamiento de las alternativas tecnológicas disponibles en el país y en el exterior, discriminadas según los siguientes aspectos:

- función
- tipología
- tecnología
- resistencia térmica
- costo
- relación costo-beneficio

La evaluación de estos aspectos se efectúa para distintas situaciones climáticas de la provincia de Mendoza.

INTRODUCCION

Aunque el vidrio y los plásticos translúcidos y claros tienen el potencial de admitir grandes cantidades de radiación solar y luz natural dentro del espacio habitable durante el período diurno, sus reducidas propiedades aislantes permiten que un gran porcentaje de esta energía se pierda hacia el exterior a través de las superficies vidriadas, particularmente durante la noche.

Aproximadamente 2/3 de las pérdidas energéticas que se producen durante la noche pueden ser efectivamente reducidas por el uso de aislaciones móviles.(1)

En los países fríos del Hemisferio Norte se han producido importantes desarrollos tecnológicos destinados a dar respuestas eficientes a este problema.

El énfasis ha estado dirigido principalmente a las carpinterías exteriores, rubro en el que se han logrado e implementado, en escala masiva, importantes mejoras en cuanto a estanqueidad y reducción de conductancias.

* Becaria de Iniciación 1988-90 CONICET.

** Investigador Independiente CONICET.

Investigador Asistente Contratado CRICYT.

En forma complementaria, especialmente para edificios residenciales, se han desarrollado aislaciones móviles energéticamente eficientes, con altos valores de resistencia térmica como es el caso de las R9 consideradas en las correlaciones SRL del Laboratorio Nacional de Los Alamos (EE.UU), valor que corresponde al brindado por una placa de poliestireno expandido de densidad = 30kg/m³ y 55mm de espesor.

Este es un valor relativamente alto de alcanzar en los productos comerciales y puede observarse en el gráfico de la Figura 1 que una aislación R4 puede proporcionar el 78% del beneficio de una R9. (2)

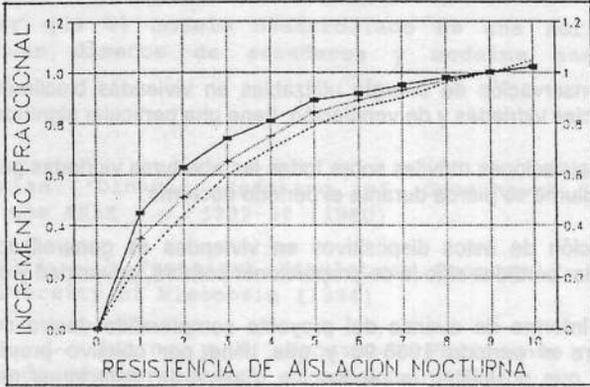


Fig. 1

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS COMPORTAMIENTOS TERMICOS Y LA RELACION COSTO-BENEFICIO

De un relevamiento realizado sobre productos extranjeros y consultas efectuadas a fabricantes nacionales, puede definirse un universo de aislaciones móviles como se observa en la Figura 2.

Algunos de estos sistemas permiten obtener altos valores de resistencia térmica, tal es el caso del "colchón aislante" (N°8: window muff), que parte de un valor de R9 y permite incrementos significativos de resistencia según varíe su espesor. Puede observarse el incremento de R que se obtiene al agregar una "window quilt" (N°14, Figura 2), a una ventana de simple vidrio cuyo R de base es 0.1531 m²°C/W (0.87 ft²h²F/Btu), y resulta en conjunto un valor de R=0.6766 m²°C/W (3.85 ft²h²F/Btu), según los ensayos C-236 de la ASTM sobre una ventana de marco de madera, de doble contacto y con la aislación móvil dispuesta a una distancia de 51 mm de la superficie vidriada, lo que demuestra un beneficio del orden del 81% en lo que respecta al control de pérdidas por conducción.

En el caso de las "pantallas enrollables" o "shades" (N°11, Figura 2), con barrera radiante, los ensayos indican que reducen el valor de K de un vidrio común de 6.35 mm (1/4"), de 5.90 a 3.80 W/m²°C y para una ventana con doble vidrio y K=3.18 W/m²°C, se reduce este valor a 2.44 W/m²°C, lo que significa un 35.6% y 23.27% respectivamente, de disminución en la transmisión de calor.

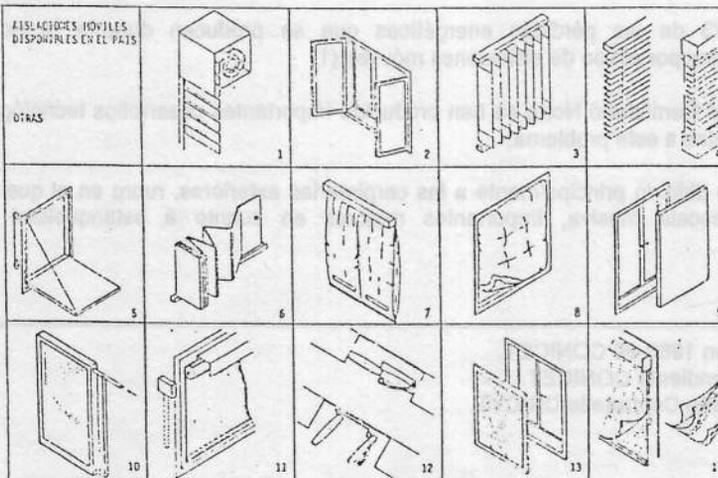
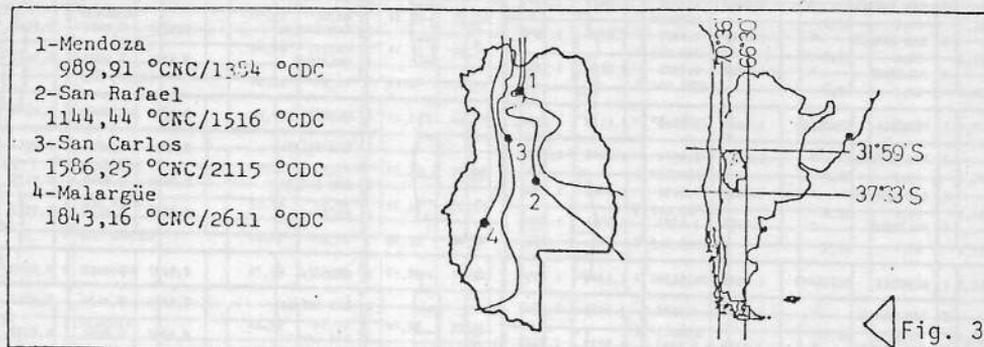


Fig. 2

Los ensayos demuestran el beneficio obtenido con la incorporación de una cortina de enrollar de aluminio y alma rellena con espuma de poliuretano inyectado, de acuerdo a las mediciones hechas según las Normas DIN 52619-T01-A que indican valores de $K=2.6 \text{ W/m}^2\text{°C}$ y $1.7 \text{ W/m}^2\text{°C}$ para ventanas de doble vidrio sin aislación móvil y con ellas dispuestas a 40 mm del paño vidriado, respectivamente.

Los valores de conductancia presentados en este trabajo fueron obtenidos para sistemas disponibles en nuestro mercado, tanto regional como nacional, y para cuatro situaciones climáticas de la provincia de Mendoza. (Figura 3)



Las tecnologías disponibles en nuestro medio comprenden las categorías 1 a 4 de la clasificación tipológica de la Figura 2, pero sólo las cortinas de enrollar y los postigones constituyen variantes a considerar para su aplicabilidad en las condiciones actuales de operatorias nacionales de vivienda de interés social.

Cinco categorías de la tipología "cortina de enrollar" fueron objeto de los cálculos de resistencia y conductancia térmica aplicadas a:

- a- ventana de simple vidrio (1V) y marco de acero $K = 6.05 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- b- ventana de doble vidrio (2V) y marco de acero $K = 4.19 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- c- ventana de simple vidrio (1V) y marco de madera $K = 5.10 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- d- ventana de doble vidrio (2V) y marco de madera $K = 3.27 \text{ W/m}^2\text{°C}$.(3)

Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 1 y 2. (Figura 4). Con estos valores, y teniendo en cuenta las conductancias originales de las carpinterías, se obtuvieron por diferencia los beneficios de conductancia que se muestran en la Tabla 3. (Figura 5)

Considerando que el sistema es operado sólo en horas en que el beneficio energético debido a la radiación solar es relevante, el cálculo de los kWh/año ahorrados, se efectuó sobre la base de la discriminación de los grados-noche de calefacción. (Tabla 4, Figura 5)

Según los valores originales de grados-día de calefacción que acompañan a la Figura 3, se presentan a continuación los valores de grados-noche respectivos, los que se calcularon utilizando el modelo de obtención de la marcha diaria de la temperatura ambiente (4), considerando que la aislación móvil se opera desde el ocaso hasta el amanecer. Estos son:

1- Mendoza	989,81 °CNC
2- San Rafael	1144,44 °CNC
3- San Carlos	1586,25 °CNC
4- Malargüe	1843,16 °CNC

Los valores de ahorro energético (kWh/año), fueron convertidos en A (Australes)*, ahorrados/año (Tabla 5, Figura 6), para posteriormente establecer la relación entre el costo de la aislación móvil y los A (Australes) ahorrados/año según valores de aislaciones y combustibles vigentes al mes de julio del corriente año**, (Tabla 6, Figura 6).

TIPOLOGIA	LOCALIDAD	R = m ² ·C/h AISLACIO	acero		madera	
			1V	2V	1V	2V

A A 477		1	MENDOZA	0.0073	0.6348	0.7082	0.6652	0.7753
		2	SAN RAFAEL	"	0.6251	0.6905	0.6555	0.7656
		3	SAN CARLOS	"	0.6171	0.6905	0.6475	0.7576
		4	MALARGUE	"	0.6171	0.6905	0.6475	0.7576

B A 295		1	MENDOZA	0.4989	1.0464	1.1198	1.0768	1.1869
		2	SAN RAFAEL	"	1.0367	1.1101	1.0671	1.1772
		3	SAN CARLOS	"	1.0207	1.1021	1.0591	1.1692
		4	MALARGUE	"	1.0287	1.1021	1.0591	1.1692

C A 212		1	MENDOZA	0.5359	1.0834	1.1568	1.1138	1.2239
		2	SAN RAFAEL	"	1.0737	1.1471	1.1041	1.2142
		3	SAN CARLOS	"	1.0657	1.1391	1.0961	1.2062
		4	MALARGUE	"	1.0657	1.1391	1.0961	1.2062

D A 191		1	MENDOZA	0.5470	1.0945	1.1679	1.1249	1.2350
		2	SAN RAFAEL	"	1.0848	1.1582	1.1152	1.2253
		3	SAN CARLOS	"	1.0768	1.1502	1.1072	1.2173
		4	MALARGUE	"	1.0768	1.1502	1.1072	1.2173

E A 283		1	MENDOZA	0.2019	0.7494	0.8228	0.7798	0.8099
		2	SAN RAFAEL	"	0.7397	0.8131	0.7701	0.8002
		3	SAN CARLOS	"	0.7317	0.8051	0.7621	0.8122
		4	MALARGUE	"	0.7317	0.8051	0.7621	0.8122

Tabla 1: Valores de resistencia final del conjunto. (m²·C/h)

TIPOLOGIA	LOCALIDAD	acero		madera	
		1V	2V	1V	2V

A A 477		1	MENDOZA	1,5753	1,4120	1,5033	1,2898
		2	SAN RAFAEL	1,5997	1,4316	1,5256	1,3002
		3	SAN CARLOS	1,6205	1,4482	1,5444	1,3200
		4	MALARGUE	1,6205	1,4482	1,5444	1,3200

B A 295		1	MENDOZA	0,9557	0,8930	0,9287	0,8425
		2	SAN RAFAEL	0,9646	0,9000	0,9371	0,8455
		3	SAN CARLOS	0,9721	0,9074	0,9442	0,8553
		4	MALARGUE	0,9721	0,9074	0,9442	0,8553

C A 212		1	MENDOZA	0,9230	0,8645	0,8978	0,8171
		2	SAN RAFAEL	0,9314	0,8718	0,9057	0,8236
		3	SAN CARLOS	0,9384	0,8779	0,9123	0,8290
		4	MALARGUE	0,9384	0,8779	0,9123	0,8290

D A 191		1	MENDOZA	0,9137	0,8562	0,8890	0,8097
		2	SAN RAFAEL	0,9218	0,8634	0,8967	0,8161
		3	SAN CARLOS	0,9287	0,8694	0,9032	0,8215
		4	MALARGUE	0,9287	0,8694	0,9032	0,8215

E A 283		1	MENDOZA	1,3344	1,2154	1,2824	1,1237
		2	SAN RAFAEL	1,3519	1,2299	1,2985	1,1361
		3	SAN CARLOS	1,3667	1,2421	1,3122	1,1405
		4	MALARGUE	1,3667	1,2421	1,3122	1,1405

Tabla 2: Valores de conductancia final del conjunto (W/m²·C)

Fig. 4

TIPOLOGIA	LOCALIDAD	acero		madera	
		1V	2V	1V	2V

A A 477		1	MENDOZA	4,4747	2,7700	3,5967	1,9802
		2	SAN RAFAEL	4,4503	2,7584	3,5744	1,9638
		3	SAN CARLOS	4,4295	2,7418	3,5556	1,9590
		4	MALARGUE	4,4295	2,7418	3,5556	1,9590

B A 295		1	MENDOZA	5,0943	3,2970	4,1713	2,4275
		2	SAN RAFAEL	5,0854	3,2892	4,1629	2,4205
		3	SAN CARLOS	5,0779	3,2826	4,1558	2,4147
		4	MALARGUE	5,0779	3,2826	4,1558	2,4147

C A 212		1	MENDOZA	5,1270	3,3255	4,2022	2,4529
		2	SAN RAFAEL	5,1186	3,3182	4,1943	2,4474
		3	SAN CARLOS	5,1111	3,3121	4,1877	2,4419
		4	MALARGUE	5,1116	3,3121	4,1877	2,4410

D A 191		1	MENDOZA	5,1363	3,3338	4,2110	2,4443
		2	SAN RAFAEL	5,1282	3,3266	4,2033	2,4359
		3	SAN CARLOS	5,1213	3,3206	4,1968	2,4485
		4	MALARGUE	5,1213	3,3206	4,1968	2,4485

E A 283		1	MENDOZA	4,7156	2,9746	3,8176	2,1463
		2	SAN RAFAEL	4,6981	2,9601	3,8015	2,1339
		3	SAN CARLOS	4,6833	2,9479	3,7878	2,1235
		4	MALARGUE	4,6832	2,9479	3,7878	2,1235

Tabla 3: Beneficios en la conductancia global del conjunto respecto de los valores para la carpintería exterior. (W/m²·C)

Fig. 5

TIPOLOGIA	LOCALIDAD	acero		madera	
		1V	2V	1V	2V

A A 477		1	MENDOZA	151,88	94,29	125,47	67,21
		2	SAN RAFAEL	174,64	108,25	144,19	77,07
		3	SAN CARLOS	240,87	149,10	198,78	106,04
		4	MALARGUE	279,98	173,30	231,10	123,25

B A 295		1	MENDOZA	172,91	111,90	144,97	82,59
		2	SAN RAFAEL	199,24	129,10	167,26	94,99
		3	SAN CARLOS	276,13	178,50	231,42	131,31
		4	MALARGUE	320,96	207,48	269,00	152,62

C A 212		1	MENDOZA	174,02	112,67	146,02	83,26
		2	SAN RAFAEL	206,86	130,21	168,52	96,00
		3	SAN CARLOS	277,96	180,11	233,16	132,74
		4	MALARGUE	323,10	209,35	271,01	154,29

D A 191		1	MENDOZA	174,33	113,15	146,32	82,51
		2	SAN RAFAEL	201,74	150,16	168,87	96,30
		3	SAN CARLOS	278,49	180,57	232,65	133,15
		4	MALARGUE	323,70	209,89	271,59	154,76

E A 283		1	MENDOZA	160,05	100,96	132,97	72,85
		2	SAN RAFAEL	184,36	116,16	153,10	83,74
		3	SAN CARLOS	254,67	160,30	211,41	115,47
		4	MALARGUE	296,07	186,33	245,74	134,72

Tabla 4: Ix/Iy/ a/b/ e/b/ a/b/ e/b/

TIPOLOGIA	LOCALIDAD	acero		madera		TIPOLOGIA	LOCALIDAD	acero		madera			
		1V	2V	1V	2V			1V	2V				
A A 477-		1 MENDOZA	41,92	26,02	34,63	18,55	A A 477-		1 MENDOZA	11,38	18,33	13,77	21,71
		2 SAN RAFAEL	48,20	29,88	39,80	21,27			2 SAN RAFAEL	9,90	15,96	11,98	22,43
		3 SAN CARLOS	66,48	41,15	54,86	29,27			3 SAN CARLOS	7,18	11,59	8,69	16,30
		4 MALARGUE	77,27	47,83	63,78	34,02			4 MALARGUE	6,17	9,97	7,48	14,02
B A 295-		1 MENDOZA	47,72	30,88	40,01	22,74	B A 295-		1 MENDOZA	6,18	9,55	7,37	12,97
		2 SAN RAFAEL	54,99	35,62	46,17	26,22			2 SAN RAFAEL	5,36	8,28	6,39	11,25
		3 SAN CARLOS	76,71	49,27	63,87	36,24			3 SAN CARLOS	3,87	5,89	4,62	8,14
		4 MALARGUE	88,59	57,26	74,24	42,13			4 MALARGUE	3,33	5,15	3,97	7,00
C A 212-		1 MENDOZA	46,03	31,15	40,30	22,90	C A 212-		1 MENDOZA	4,41	6,83	5,26	9,23
		2 SAN RAFAEL	55,44	35,94	46,51	26,50			2 SAN RAFAEL	3,82	5,90	4,56	8,00
		3 SAN CARLOS	76,72	49,71	64,35	36,64			3 SAN CARLOS	2,76	4,26	3,29	5,74
		4 MALARGUE	89,18	57,78	74,80	42,58			4 MALARGUE	2,38	3,67	2,83	4,98
D A 191-		1 MENDOZA	48,12	31,23	40,38	23,05	D A 191-		1 MENDOZA	3,97	6,12	4,73	8,29
		2 SAN RAFAEL	55,54	41,44	46,61	26,58			2 SAN RAFAEL	3,44	4,61	4,10	7,19
		3 SAN CARLOS	76,86	49,84	64,49	36,58			3 SAN CARLOS	2,49	3,83	2,96	5,20
		4 MALARGUE	89,34	57,93	74,96	42,71			4 MALARGUE	2,14	3,30	2,55	4,47
E A 103-		1 MENDOZA	44,17	27,87	36,70	20,11	E A 103-		1 MENDOZA	6,21	10,15	7,71	14,07
		2 SAN RAFAEL	50,88	32,06	42,26	23,11			2 SAN RAFAEL	5,54	8,83	6,70	12,25
		3 SAN CARLOS	70,29	44,74	58,35	31,87			3 SAN CARLOS	4,03	6,40	4,85	8,88
		4 MALARGUE	81,70	51,43	67,12	37,04			4 MALARGUE	3,46	5,50	4,17	7,64

Tabla 5: Relación Año, de ahorro energético

Tabla 6: Priorión costo aislación móvil/ ahorro anual (A)

Fig. 6

CONCLUSIONES

De la comparación efectuada entre los comportamientos de las cuatro tipologías de carpinterías exteriores y los sistemas combinados con aislaciones móviles, se confirma la efectividad en la reducción de la transmitancia térmica (Tabla 3, Figura 5).

De acuerdo a los costos indicados para cada tipología, se han tabulado las relaciones entre aquéllos y el costo de la energía ahorrada por año (Tabla 5, Figura 6). El combustible considerado a estos efectos es el gas envasado por ser el de mayor aplicabilidad en viviendas de construcción masiva en la región y cuyo costo al mes de Julio/88 era A162,00/ tubo 45Kg.

Cabe agregar a estos beneficios el que aportan las aislaciones móviles para el control de pérdidas por infiltración, que debe considerarse significativo en términos cuantitativos.

En las tabulaciones de comportamientos térmicos de las aislaciones móviles consideradas y aplicadas a las distintas carpinterías exteriores, puede observarse la efectividad que brinda la aislación D en todas las combinaciones de sistemas y en las cuatro situaciones climáticas. Ello se debe al menor espesor de pared de PVC (0,5 mm), lo cual reduce los valores de transmitancia con respecto a similares espesores de cámara de aire del perfil.

Finalmente, se estudió para un caso particular de aislación nocturna (tipología C), el comportamiento que brindaba al agregar una película de aluminio a su cara interior. Las conclusiones en este aspecto indican que pueden obtenerse mejoras en los valores de resistencia térmica, la cual se incrementa desde un valor inicial de $R=1.2350 \text{ m}^2\text{C/W}$ a $R=1.5366 \text{ m}^2\text{C/W}$ para la localidad de Mendoza y la tipología de carpintería exterior M2V, significando el mínimo beneficio observado (24.42%), y llegando a un máximo (28.01%), de incremento para la localidad de Malargüe y la tipología A1V, considerando un valor original de $R=1.0768 \text{ m}^2\text{C/W}$ y un valor mejorado de $R=1.3784 \text{ m}^2\text{C/W}$.

Esto permite inferir la posibilidad y la necesidad de proponer mejoras tecnológicas a las actuales aislaciones disponibles en nuestro mercado considerando aspectos económicos que puedan hacerlas compatibles con el mercado de la vivienda de interés social.

* Moneda de curso legal en el país al momento de redactarse este trabajo

** 1988

REFERENCIAS

- (1) - Mazria, E. - "The Passive Solar Energy Book".
- (2) - Balcomb, J.D. - "Passive Solar Design Handbook", Volume II.
- (3) - Pattini, A. et al - "Efectividad Económica del Control de la Transmitancia Térmica en Ventanas" - AAPURE.
- (4) - Guerrero, J.L. et al - "Modelo para Aproximar la Marcha de la Temperatura Ambiente" - ASADES 87.