

COMPARACIÓN ENTRE LAS NORMATIVAS DE DESEMPEÑO TÉRMICO EDIFICIO DE ARGENTINA, BRASIL Y CHILE. APLICACIÓN A VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.

EJE TEMÁTICO: TECNOLOGÍA

Gabriela Reus Netto (1); Jorge Czajkowski (2)

Becaria CONICET - gabi_reus@hotmail.com (1) Investigador CONICET – Profesor Titular FAU (2)
Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 Nro 162. 1900 La Plata. Tel 02214236587 int 255.
Investigador CONICET – Director LAYHS-FAU-UNLP

PALABRAS CLAVE: NORMATIVA DESEMPEÑO TÉRMICO EDIFICIO, VIVIENDA, ARGENTINA, BRASIL, CHILE.

RESUMEN

El presente trabajo forma parte de un plan de tesis de doctorado en Arquitectura de la FAU-UNLP con sede en el LAYHS-FAU-UNLP y es cofinanciado por el Proyecto Acreditado 11U-141 «Certificación de edificios sustentables para la adaptación y mitigación del cambio climático» y un PIP CONICET.

Este estudio tiene como objetivo verificar el nivel de aislación se requiere para cumplir con cada nivel de las normativas de Argentina, Brasil y Chile, considerando ciudades con climas similares.

El análisis se basó en examen de documentos normativos y legales sobre el desempeño térmico edilicio, además del material libre disponible. Se calculó los valores de transmitancia térmica para una condición tradicional sin aislación y una segunda opción mejorada.

Se pudo concluir que una vivienda construida con muros de ladrillo y cubierta con losa y chapa de aluzinc, necesita 8 cm de poliestireno expandido en muros y 10 cm en techos, para cumplir con todos los niveles de las normativas estudiadas.

INTRODUCCIÓN

Alemania, Canadá, Italia y España han sido pioneros en la regulación relativa el desempeño térmico de las edificaciones. En Argentina, el escenario del desempeño térmico de edificios cuenta con un conjunto de normativas que vienen siendo estudiadas y actualizadas desde el año de 1964 hasta el presente. A pesar de ser obligatorias por la Ley en la Provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires desde el año 2003 y 2012, respectivamente; no se hace efectivo su cumplimiento.

En Brasil, el Grupo de Conforto Ambiental e Eficiência Energética de la ANTAC, viene desde 1988, trabajando en la búsqueda de elaborar un proyecto de normativa de confort para ser aplicada en todo Brasil (Roriz, Ghisi, & Lamberts, 1999). Como resultado del “I Encuentro Nacional sobre Norma en Uso Racional de Energía y Confort Ambiental en Edificaciones”, realizado en 1991 surgieron algunas propuestas.

En Florianópolis, en 2005, se instauró a nivel informativo la primera norma destinada a garantizar un nivel mínimo de desempeño térmico de viviendas de interés social, la NBR 15.220. En 2008, con carácter obligatorio, se implementó la NBR 15.575 una segunda norma para garantizar el desempeño edilicio de obras en general, inclusive térmico y energético y en 2013 entró oficialmente en vigencia.

Chile viene desarrollando la normativa de desempeño térmico edilicio desde la década del 90 y ha sido el primer país de Latinoamérica a incorporar en su reglamento exigencias de acondicionamiento térmico para todas las viviendas (Schilling, 2014).

La Reglamentación Térmica (1994), implementada con carácter obligatorio por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, establece mejoras progresivas en el acondicionamiento térmico de las viviendas en Chile.

Está programada en tres etapas, la primera establece requisitos para techos desde el año 2000, la segunda condiciona muros, ventanas y pisos desde el 2007 y la tercera se consolida con la calificación energética de las viviendas (Damico, Oyola, Cisternas, Alvarado, & Valiente, 2012).

Para impulsar la adaptación a la normativa el Ministerio de Vivienda y Urbanismo implementó el Subsidio para Acondicionamiento Térmico de la Vivienda, que permite reacondicionar térmicamente viviendas sociales (Schilling, 2014).

Las normas en los tres países evalúan diferentes variables para buscar un desempeño térmico mínimo. Para el presente trabajo se analiza la transmitancia térmica debido a que es el factor común entre las tres normativas.

El objetivo de este trabajo es verificar el nivel de aislación requerido para cumplir con cada nivel de las normativas en ciudades con climas similares.

METODOLOGÍA

El análisis se basó en el examen de documentos normativos y legales sobre el desempeño térmico edilicio, además del material libre disponible.

De Argentina, se analizó el conjunto de las normas IRAM enumeradas en el Decreto 1.030/10, que reglamenta la Ley 13.059/03. Las normas IRAM 11.601/2002, 11.603/2012, 11.604/2001, 11.605/1996, 11.625/2000, 11.630/2000 sobre aislamiento térmico de edificios y la norma IRAM 11.507/2001 sobre carpintería de obra.

Para Brasil se estudió la NBR 15.220/2005 sobre desempeño térmico de edificaciones y la NBR 15.575/2013 sobre el desempeño de edificaciones habitacionales.

De Chile, se examinó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile – RITCH/2007 y las normas relacionadas al desempeño térmico edilicio nombradas en dicho reglamento: la NCh853/1991 - Acondicionamiento térmico - Envoltente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas; la NCh1070/1984 - Aislación térmica - Poliuretano expandido – Requisitos; la NCh1071/1984 - Aislación térmica - Lana mineral – Requisitos y la NCh1079/1977 - Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.

Se contrastaron las normativas mencionadas, identificando las características climáticas generales, los requisitos y criterios mínimos exigidos en el cumplimiento de cada norma, estableciendo sus principales diferencias y similitudes.

Finalmente se estudió la relación entre los valores de transmitancia térmica exigidos por cada normativa, considerando ciudades con temperaturas medias similares.

CASOS DE ESTUDIO

ARGENTINA

En Argentina, la Ley 13.059/03, define las condiciones de acondicionamiento térmico exigidas en la construcción de todos los edificios públicos y privados localizados en la Provincia de Buenos Aires.

El Decreto 1.030/10, reglamentario de la ley mencionada, informa que toda obra debe atender a los siguientes requisitos:

- A - Cumplir con los valores de U (W/m^2K) para invierno y verano (IRAM 11.605);
- B - Verificar el Riesgo de Condensación superficial e intersticial (IRAM 11.625 y 11.630);
- C - Comprobar el valor del Coeficiente $G_{cal adm}$ para calefacción (IRAM 11.604);
- D - Verificar los valores de calidad térmica U (W/m^2K) en vidriados (IRAM 11.507);
- E - Cumplir con la calidad de infiltración en carpinterías (IRAM 11.507).

Conforme el mapa bioambiental disponible en la norma IRAM 11.603/2012, el territorio argentino se encuentra dividido en 6 zonas y está clasificado conforme las características climáticas de la Tabla 01.

Tabla 01 – Características de las zonas bioclimáticas de Argentina - Fuente: IRAM 11.603/2012

Clasificación		Zona	Temperatura efectiva corregida (TEC)	Amplitud Térmica
I - Muy cálida	A	Centro este del norte del país	Verano: Mayores a 26,3°C	> a 14°C
	B		Invierno: Mayores a 12°C	< a 14°C
II - Cálida	A	Extensión este - oeste del norte del país	Verano: Mayores a 24°C	> a 14°C
	B		Invierno: Entre 8°C y 12°C	< a 14°C
III - Templada cálida	A	Predominancia en el centro del país	Verano: Entre 20°C y 26°C	> a 14°C
	B		Invierno: Entre 8°C y 12°C	< a 14°C
IV - Templada fría	A	Predominancia en el centro sur del país	Verano: 23°C	18°C
	B			17°C
	C		Invierno: Entre 4°C y 8°C	16°C
	D			15°C
V - Fría	Extensión norte - sur de la cordillera y la región central de la Patagonia		Verano: 16°C	
			Invierno: 4°C	
VI - Muy fría	Altas cumbres de la Cordillera de los Andes y el extremo Sur de la Patagonia		Verano: Menores a 12°C	
			Invierno: Máximo 4°C	

La norma IRAM 11.605/1996 clasifica el desempeño edilicio, a través de tres niveles de confort: A - recomendado, B - Medio y C – Mínimo. Dichos niveles están definidos por los valores de transmitancia térmica de muros y techos en condiciones de verano e invierno. Para la condición de verano, los valores máximos admisibles están definidos según se trate de muros o techos y en función de cada zona bioambiental, conforme se verifica en la Tabla 02.

Tabla 02 – Valores máximos de transmitancia térmica U (W/m².K) para condiciones de verano. Fuente: IRAM 11.605/1996

Zona bioambiental	Muros			Techos		
	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,50	1,25	2,00	0,19	0,48	0,76

En verano los valores de K (W/m².K) están dados para todos elementos cuya superficie exterior presente un coeficiente de absorción de la radiación solar de 0,6 a 0,8. Para coeficientes menores que 0,6, se acrecienta al valor de U el 20% para muros y 30% para techos y para los superiores a 0,8, se disminuye el valor de U en 15% y 20%, para muros y techos respectivamente.

En una situación de invierno, conforme se expresa en la Tabla 03, los valores máximos admisibles están definidos en función de la temperatura exterior de diseño (TED) establecida en la norma IRAM 11.605.

Las normas argentinas establecen otros requisitos para cumplir con un desempeño térmico edilicio, como evitar la condensación en los cerramientos, controlar el valor de pérdidas globales y la calidad de las carpinterías.

Tabla 03 – Valores máximos de transmitancia térmica (W/m².K) para condiciones de invierno. Fuente: IRAM 11.605/1996.

TED (°C)	Muros			Techos		
	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel A	Nivel B	Nivel C
-5	0,31	0,83	1,45	0,27	0,69	1,00
-4	0,32	0,87	1,52	0,28	0,72	1,00
-3	0,33	0,91	1,59	0,29	0,74	1,00
-2	0,35	0,95	1,67	0,30	0,77	1,00
-1	0,36	0,99	1,75	0,31	0,80	1,00
>0	0,38	1,00	1,85	0,32	0,83	1,00

BRASIL

En Brasil existen dos normas que reglamentan el confort térmico en edificaciones.

La NBR 15.220/2005 se destina a mejorar la calidad de las viviendas unifamiliares de interés social hasta 3 pisos. Se enfoca en el confort térmico y propone un conjunto de recomendaciones y estrategias de diseño que pueden ser utilizadas para la mejora del desempeño edilicio, en función de la zona bioclimática en que se encuentra.

Conforme el mapa bioambiental Brasileño de esta Norma, el territorio brasileño fue dividido en 8 zonas, según las características bioclimáticas mencionadas en la Tabla 04.

Tabla 04 – Características de las zonas bioclimáticas de Brasil - Fuente: NBR 15.220/2005

Clasificación	Zona	Temperatura media diaria *	Amplitud media anual **
I - Más fría	Pequeñas localidades en el sur	Entre 0,7°C y 31,4 °C	9,0 °C
II	Sur del país	Medias de 18 °C**	11,0 °C
III	Predominancia en el centro sur	Entre 6,0°C y 35,9 °C	8,0 °C
IV	Pequeñas localidades en el centro oeste	Entre 10,0°C y 31,2 °C	11,0 °C
V	Franjas de extensión norte-sur en el centro oeste y centro leste	Medias de 22°C**	8,0 °C
VI	Predominancia en el centro	Entre 9,6°C y 34,6 °C	11,5 °C
VII	Predominancia en el nordeste del país	Entre 11,4°C y 37,8 °C	11,5 °C
VIII - Caliente y húmedo	Predominancia en la zona Amazónica con una extensión por la costa nordeste	Entre 11,9°C y 37,9 °C	8,5 °C

*Las temperaturas medias fueron tomadas como promedio de las localidades disponibles en la NBR 15.220.

** Por no disponer de datos en la NBR 15.220 se tomaron las temperaturas medias promedio y las amplitudes medias anuales establecidos en la *Classificação de climas do Brasil – Versão 2 - Maurício Roriz - ANTAC: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Grupo de Trabalho sobre Conforto Ambiental e Eficiência Energética de Edificações. São Carlos, SP. Novembro de 2013.*

La NBR 15.575/2013, de carácter obligatorio, establece un nivel mínimo de desempeño que debe ser atendido por todas las nuevas edificaciones de tipo residencial con un número indeterminado de niveles. Se aplica a cada subsistema de la obra: estructural, pisos, cerramientos verticales, cubiertas e hidrosanitario, siendo que para cada sistema establece requisitos y criterios para garantizar la habitabilidad (estaqueidad, desempeño térmico, acústico y lumínico, salud, higiene y calidad del aire, funcionamiento y accesibilidad, confort táctil y antropodinámico), la seguridad (estructural, contra incendio y durante el uso y operación) y la sustentabilidad (durabilidad, mantenimiento y adecuación ambiental).

Para cumplir con la NBR 15.575 los criterios generales deben ser obligatoriamente atendidos por todos los sistemas y elementos de la edificación. Para algunos criterios la norma indica otros dos niveles de desempeño opcional, Intermedio (I) y Superior (S), como por ejemplo los valores de transmitancia térmica para techos.

Conforme la Tabla 05, las edificaciones deben cumplir con los valores de transmitancia térmica, capacidad térmica y absorción a la radiación, según muro o techo y dependiendo de la zona bioambiental que se encuentre.

Tabla 05 – Valores de Transmitancia Térmica (W/m².K), Capacidad térmica (kJ/m².K) y Absorción a la radiación para muros y techos. Fuente: NRB 15.575/2013

Zona bioambiental	Muros			Techos			
	Transmitancia Térmica	Capacidad Térmica	Absorción a la radiación	Transmitancia Térmica			Absorción a la radiación
				M	I	S	
1 y 2	≤ 2,5	≥ 130	-	≤ 2,3	≤ 1,5	≤ 1,0	-
3, 4, 5 y 6	≤ 3,7	≥ 130	$\alpha^a \leq 0,6$	≤ 2,3	≤ 1,5	≤ 1,0	$\alpha \leq 0,6$
	≤ 2,5	≥ 130	$\alpha^a > 0,6$	≤ 1,5	≤ 1,0	≤ 0,5	$\alpha > 0,6$
7 y 8*	≤ 3,7	≥ 130	$\alpha^a \leq 0,6$	≤ 2,3 FV	≤ 1,5 FV	≤ 1,0 FV	$\alpha \leq 0,4$
	≤ 2,5	≥ 130	$\alpha^a > 0,6$	≤ 1,5 FV	≤ 1,0 FV	≤ 0,5 FV	$\alpha > 0,4$

*Sin requisito para Capacidad térmica

Además de los requisitos generales, la norma brasileña define el tiempo mínimo en que cada sistema debe ser atendido, presumiendo el correcto mantenimiento, para ello solicita que los proyectistas indiquen y especifiquen la Vida Útil de Proyecto (VUP) y suministren un Manual de Uso y Operación que la constructora debe entregar al usuario para que realice el mantenimiento necesario y garantice la vida útil descrita en la normativa.

La evaluación de los criterios de desempeño térmico puede ser realizada a través del modo simplificado en donde el proyectista informa a través de cálculos que la envolvente cumple con los criterios de transmitancia térmica y capacidad térmica establecidos por cada cerramiento, o a través del simulado con EnergyPlus, cuando los valores obtenidos en el primer momento sean no-satisfactorios.

CHILE

En Chile el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile - RITCH busca establecer las condiciones mínimas para garantizar la demanda de bienestar térmico e higiene, con el objetivo de obtener un uso racional de la energía. Está destinado a todo tipo de nuevo edificio, exigiendo que todas las normas y reglamentos complementarios sean respetados.

La norma NCh1079/2000 divide el territorio chileno en nueve zonas bioclimáticas según sus características bioclimáticas (Tabla 06) y propone recomendaciones de diseño para facilitar un adecuado diseño arquitectónico.

Tabla 06 – Características de las zonas bioclimáticas de Chile - Fuente: NCh1079/2000

Clasificación	Zona	Temperatura media *	Amplitud media anual
NL	Norte Litoral	Entre 17,7°C y 15 °C	7,3 °C baja
ND	Norte Desértica	Entre 15 °C y 12,3 °C	17,6 °C alta
NVT	Norte Valle Transversal	Entre 15°C y 15,9 °C	16,2 °C alta
CL	Central Litoral	Entre 12,8°C y 14,6 °C	9,2 °C baja
CI	Central Interior	Entre 13,7°C y 14,3 °C	17,0 °C alta
SL	Central Interior	Entre 12 °C y 12,6 °C	14,2 °C media
SI	Sur Interior	Entre 10,6°C y 12,7 °C	16 °C alta
SE	Sur Extremo	Entre 6,7°C y 10,8 °C	6,5 °C baja
An	Andina	Entre 8,5°C y 11,1 °C	8,5 °C baja

*Las temperaturas medias fueron tomadas como promedio de las localidades disponibles en la NCh1079/2000.

**Para valores de amplitud se consideró la situación más desfavorable, según datos de la NCh1079/2000.

La normativa informa que los elementos constructivos deben estar protegidos contra las soluciones salinas, la humedad del aire, del terreno y el exceso de sol, para muros y techos en función de la zona bioambiental que se encuentre.

También propone los valores de transmitancia térmica para los elementos opacos de la envolvente, como se verifica a seguir.

Tabla 07 – Valores de transmitancia térmica (W/m².K). Fuente: NCh1079/2000.

Zona	Muros	Techos
NL	2,6	0,8
ND	2,1	0,8
NVT	2,1	0,8
CL	2,0	0,9

Zona	Muros	Techos
CI	1,9	0,9
SL	1,8	1,0
SI	1,7	0,9
SE	1,6	0,7
An	1,6	0,7

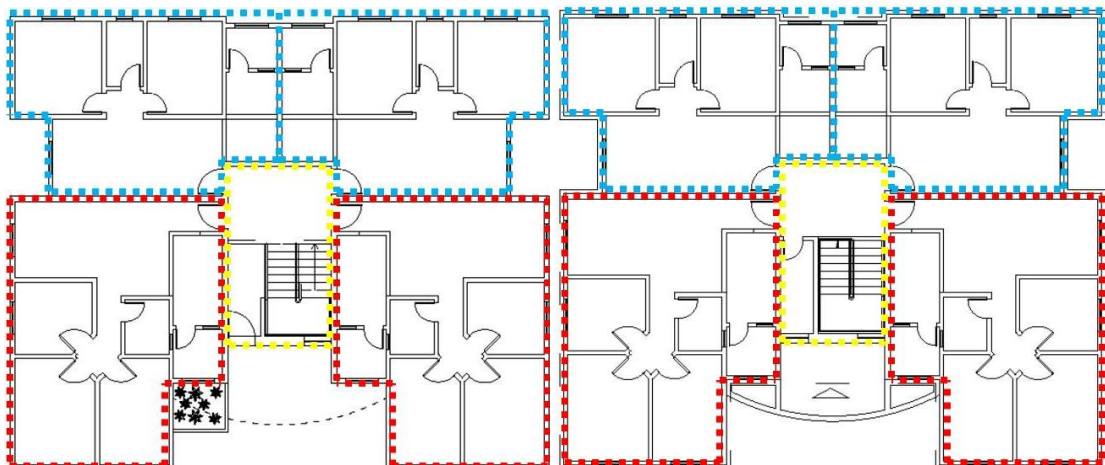
CASO TESTIGO

El conjunto de viviendas estudiado es un edificio convencional de interés social utilizado en Brasil, que se desarrolla en cuatro pisos, cada uno con una superficie de 286 m². Cada piso cuenta con cuatro departamentos, siendo dos de 2 dormitorios con un área de 59m², dos con 3 dormitorios con una superficie de 72m².

Imagen 01: Conjunto de viviendas estudiado



Imagen 02: Planos del edificio estudiado. Un ejemplo de vivienda de interés social tradicional en Brasil. Planta baja y Planta tipo.



La pared es de bloque de hormigón estructural con revoque y pintura, con un espesor final de 18cm. Las carpinterías son de aluminio y vidrio simple, con dos hojas de abrir y venecianas en aluminio como protección. La cubierta es de losa con chapa en aluzinc.

RESULTADOS

Con el fin de establecer una comparación entre los niveles de transmitancia térmica exigidos por las normas mencionadas, se consideró la localidad de La Plata - Argentina (zona IIIb), Curitiba – Brasil (zona 1) y Antofagasta – Chile (zona NL), ya que presentan temperaturas medias anuales similares, de 16,30°C, 16,75°C y 16,40°C respectivamente.

Con las características de la envolvente del edificio de estudio, se calculó el valor de transmitancia térmica obtenido para muros y techos sin aislación y con la opción mejorada.

Tabla 08: Calculo de la transmitancia térmica para muros y techos sin aislación

CALCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA – MURO				
1	Resistencia superficial y capas de materiales	2	3	4
		Esesor de la capa	Coefficiente de conductividad	Resistencia térmica
		e	λ	e / λ
		[m]	[W / mK]	[m ² K/ W]
RSI (resistencia superficial interna)		-	-	0,130
Revoque interno		0,015	0,930	0,016
Bloque de hormigón estructural		0,15	-	0,200
Revoque externo		0,015	1,160	0,013
RSE (resistencia superficial externa)		-	-	0,040
5	Resistencia total	[m ² K / W]	0,40	
6	Coefficiente "K" del proyecto $K = 1 / R$	[W / m ² K]	2,51	

CALCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA – TECHO				
1	Resistencia superficial y capas de materiales	2	3	4
		Esesor de la capa	Coefficiente de conductividad	Resistencia térmica
		e	λ	e / λ
		[m]	[W / mK]	[m ² K/ W]
RSI (resistencia superficial interna)		-	-	0,130
Revoque interno		0,015	0,930	0,016
Losa		0,15	0,97	0,154
Teja en aluzinc		0,005	58,00	0,000
RSE (resistencia superficial externa)		-	-	0,040
5	Resistencia total	[m ² K / W]	0,34	
6	Coefficiente "K" del proyecto $K = 1 / R$	[W / m ² K]	2,94	

De esta manera la transmitancia térmica del muro analizado es de 2,51 W/m²K, valor que cumple con los niveles de la NBR 15.575 para Zona Bioambiental 1, donde se encuentra Curitiba y con la NCh para la zona NL, ubicación de Antofagasta. Entretanto no cumple con ninguno de los niveles establecidos en la IRAM 11.601, para la zona IIIb de La Plata.

Tabla 09: Verificación del nivel de desempeño según las normativas estudiadas.

K (W/m ² k)	IRAM 11.601 - IIIb			NBR 15.575 - 1			NCh - NL
	Nivel	A	B	C	A	B	C
Valor requerido muros	0,38	1,00	1,85	≤ 3,7	≤ 3,7	≤ 3,7	2,6
Esesor necesario (cm)	8,0	2,5	1,0	-	-	-	-
Valor requerido techos	0,32	0,83	1,00	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 2,3	0,8
Esesor necesario (cm)	9,0	3,0	2,5	2,5	1,5	0,5	3,0

La transmitancia térmica de la cubierta es de 2,94 W/m²K, valor que no verifica con ninguno de los niveles propuestos por las tres normativas.

Entendiendo que los valores mínimos establecidos por la Norma Brasileira muchas veces son insuficientes para obtener el confort en los ambientes internos y buscando acercarse a los demás índices establecidos en las tres normativas, se estudió posibilidad de mejora en la envolvente opaca, es decir agregar EPS en muros y techos.

Tabla 09: Calculo de la transmitancia térmica para muros y techos

CALCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA – MURO				
1	Resistencia superficial y capas de materiales	2	3	4
		Esesor de la capa	Coeficiente de conductividad	Resistencia térmica
		e	λ	e / λ
		[m]	[W / mK]	[m ² K / W]
RSI (resistencia superficial interna)		-	-	0,130
Revoque interno		0,015	0,930	0,016
Bloque de hormigón estructural		0,15	-	0,200
Poliestireno expandido (EPS)		0,08	0,032	2,5
Revoque externo		0,015	1,160	0,013
RSE (resistencia superficial externa)		-	-	0,040
5	Resistencia total	[m ² K / W]	2,84	
6	Coeficiente "K" del proyecto $K = 1 / R$	[W / m ² K]	0,35	

CALCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA – TECHO				
1	Resistencia superficial y capas de materiales	2	3	4
		Esesor de la capa	Coeficiente de conductividad	Resistencia térmica
		e	λ	e / λ
		[m]	[W / mK]	[m ² K / W]
RSI (resistencia superficial interna)		-	-	0,130
Revoque interno		0,015	0,930	0,016
Losa		0,12	0,97	0,12
Poliestireno expandido (EPS)		0,1	0,032	3,12
Teja en aluzinc		0,005	58,00	0,000
RSE (resistencia superficial externa)		-	-	0,040
5	Resistencia total	[m ² K / W]	3,47	
6	Coeficiente "K" del proyecto $K = 1 / R$	[W / m ² K]	0,29	

De esta manera la transmitancia térmica del muro analizado pasa a ser de 0,35 W/m²K y el techo de 0,29 W/m²K. Valores que cumplen con todos los niveles de las normativas estudiadas.

Tabla 09: Verificación del nivel de desempeño según las normativas estudiadas.

K (W/m ² k)	IRAM 11.601 - IIIb			NBR 15.575 - 1			NCh - NL
Nivel	A	B	C	A	B	C	-
Muro: 0,34	0,38	1,00	1,85	≤ 3,7	≤ 3,7	≤ 3,7	2,6
Cumple con la norma	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Techo: 0,29	0,32	0,83	1,00	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 2,3	0,8
Cumple con la norma	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

CONCLUSIONES

Con este trabajo se pudo identificar que según la reglamentación térmica de Argentina, Brasil y Chile, ciudades con condiciones climáticas similares deben cumplir con distintos valores de Transmitancia térmica para muros y techos.

Se puede deducir que la norma brasilera es menos exigente y verifica su cumplimiento con poca aislación en techos y sin la necesidad de aislación en muros. La norma Argentina es la más exigente y verifica su cumplimiento mínimo con 5cm de aislación en muros y 10 cm para techos.

Se concluye que una vivienda construida con un sistema tradicional, es decir, con muros de ladrillo y cubierta de losa, necesita 8 cm de poliestireno expandido en muros y 10 cm en techos, para cumplir con todos los niveles de las normativas estudiadas.

En los tres países se observa un interés del Estado en promover y facilitar la adaptación a las normas, sin embargo su cumplimiento no se ve reflejado en la totalidad del territorio argentino y brasilero. La implementación de una política de subsidios, así como acontece en Chile, sería una importante estrategia para impulsar la aplicación de las normativas por parte del Estado de Argentina y Brasil.

La mejora en el desempeño térmico de la envolvente permite el incremento del confort térmico y la reducción del consumo energético para condicionamiento de los ambientes.

Actualmente Argentina, Brasil y Chile cuentan con programas de financiación de viviendas de interés social. Se presupone que una política de subsidios que promueva la incorporación de aislación térmica a la envolvente, redundará en una forma de construir más eficiente, permitiendo un desarrollo con menor impacto al ambiente.

REFERENCIAS

- ABNT (2008). NBR 15.220. Desempenho térmico de edificações.
- ABNT (2013). NBR 15.575. Edificações habitacionais – Desempenho.
- CBIC, C. b. (2013). Desempenho de edificações habitacionais. Guia orientativo para atendimento a ABNT NBR 15.575/2013. Brasília.
- Damico, F., Oyola, O., Cisternas, M., Alvarado, R., & Valiente, E. (2012). Incidencia de la forma de la envolvente en el desempeño térmico de las viviendas del centro-sur de Chile. Concepción.
- IRAM (2010). 11.507. Carpinterías de obra y fachadas integrales livianas. Ventanas exteriores.
- IRAM (2002). 11601. Aislamiento térmico de edificios. Método de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
- IRAM (2012). 11603 Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la Republica Argentina.
- IRAM (2001). 11604. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculos y valores límites.
- IRAM (1996). 11605. Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- IRAM (2000). 11625. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
- IRAM (2000). 11630. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
- NCH853 (1991). Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas
- NCH1070 (1984). Aislación térmica - Poliestireno expandido – Requisitos
- NCH1071 (1984). Aislación térmica - Lana mineral – Requisitos

NCH 1079 (1977). Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico

RITCH (2007). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile. Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A. G.

Roriz, M., Ghisi, E., & Lamberts, R. (1999). Uma proposta de norma técnica brasileira sobre desempenho térmico de habitacoes populares. Fortaleza.

Schilling, M. B. (2014). Evaluación técnico-económica del mejoramiento en viviendas existentes de contrucción repetitiva, mediante la utilización de estrategias pasivas: caso de estudio en la ciudad de Temuco. Concepción.

Silva da, A. T., Parisi Kern, A., Souza Kazmierczak de, C., González S., M. A., & Castro, R. (2011). Comparação entre os processos de implantação do Código Técnico das Edificações na Espanha e NBR 15.575/2008 – Desempenho no Brasil. Vitória.