

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MATERIALES AISLANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE APLICACIÓN EN EL NEA SEGÚN CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD

Eje 2: Tecnología para la construcción sustentable

Briones María Laura ¹

Jacobo Guillermo José ²

Cátedra Estructuras II, Área de la tecnología y la producción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNNE (Universidad Nacional del Nordeste), ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina, ¹tingo_briones@hotmail.com, ²gjjacobo@arq.unne.edu.ar

RESUMEN

El trabajo expone los resultados obtenidos mediante cálculos de aislación acústica y coeficiente de transmitancia térmica de cerramientos, en edificios existentes y en proceso constructivo en la región NEA, según Normas IRAM N° 11601/96 Y 11605/96. El objetivo fue el estudio y análisis del uso o ausencia de materiales aislantes térmicos y acústicos en edificios de las ciudades de Resistencia, Chaco; Rosario, Santa Fe y Monte Caseros, Corrientes. Para ello, se desarrollaron tareas de análisis y comparación sistemática de los diferentes aislantes disponibles en el mercado de la región, así se verificó que su demanda es de tan solo un 5% respecto a los demás materiales de construcción. Sin embargo, su precio no significaría un costo elevado dentro de una obra, a pesar de que su utilización podría beneficiar enormemente las edificaciones y su rendimiento termo-acústico, con un bajo costo de mantenimiento y larga vida útil. Los resultados de los cálculos realizados en edificios de la zona, determinaron que en dichas ciudades aún no se indaga sobre el tema en cuestión, ni tampoco se aplica el uso de estos materiales en la mayoría de las construcciones; aún continúan utilizando materiales convencionales como ser ladrillos comunes con revoques tradicionales y en la mayoría de los casos, ladrillos cerámicos huecos. A pesar de ello, la mayoría de los edificios alcanzaron el Nivel B medio en los cálculos de aislación térmica realizados en base a Normas IRAM, y un alto nivel de aislación acústica. Solo un edificio que se encuentra aún en construcción no presentó buenos resultados en su cerramiento para los cálculos de puentes térmicos, es por esto que se realizaron propuestas constructivas alternativas para que todos los edificios analizados alcancen un Nivel A o mayor, y/o mejoren su eficiencia termo-acústica, a partir del uso de materiales aislantes disponibles en la región NEA.

PALABRAS CLAVES: AISLANTES TERMO-ACÚSTICOS - EDIFICIOS EXISTENTES - CÁLCULOS - EFICIENCIA



1. INTRODUCCIÓN

Durante las diferentes estaciones del año, el clima en la región NEA presenta grandes oscilaciones, con una temperatura media anual de 27°C. Esto representa un desafío para las construcciones que pretendan demostrar un adecuado nivel de confort higrotérmico en esta zona del país; primero, por las características de aislación que deberían cumplir las envolventes, y por otra parte, por la dilatación que sufren los materiales ante los cambios bruscos de temperatura, los cuales provocan patologías constructivas, como rajaduras, que derivan en la permeabilidad de los edificios. Hoy en día la contaminación acústica de las ciudades representa un problema, y el uso de aislantes acústicos en los edificios se ha vuelto necesario para alcanzar el confort adecuado de los ambientes interiores. A través de ciertas experiencias internacionales, luego de la primera crisis energética internacional que se dio entre los años 1973 y 1974, se comprobó que los edificios consumen energía de modo descomunal para hacer habitables y confortables los espacios interiores, debido a que las envolventes constructivas no son las adecuadas. Por esto, hoy en día la industria de la construcción presenta un desarrollo importante en la innovación de materiales aislantes de diversos tipos, y soluciones constructivas de las envolventes, para aumentar el nivel de confort higrotérmico y acústico de los edificios, volviéndolos impermeables ante todo tipo de factores: temperatura, humedad, viento, ruidos, etc.; y confortables para las personas.

2. DESARROLLO

El trabajo ha sido desarrollado a partir de dos fases. En la primera, la etapa cognoscitiva, se investigó sobre materiales aislantes termo-acústicos existentes en la región y el mercado, realizando una sistematización y comparación entre diferentes materiales, marcas, precios de lista y al contado, porcentaje de ventas en relación a otros materiales, y características: espesor, presentación, coeficiente de conductividad térmica, resistencia térmica, aislación y/o absorción acústica. Por medio del relevamiento realizado se verificó que estos materiales son los menos solicitados en el mercado, lo cual ratificó la hipótesis de trabajo en la que se suponía “este tema de las aislaciones no es tenido en cuenta en la construcción actual de edificios en altura en nuestra región..., lo cual afecta directamente a la calidad de vida del usuario”. Este trabajo se realizó mediante la visita a corralones de la ciudad de Resistencia, Chaco y entrevistas con sus respectivos empleados. En la documentación probatoria, se pueden verificar estos datos en la tabla comparativa de materiales, donde se muestra lo reducido que es el porcentaje de venta de los materiales aislantes acústicos y térmicos; solo un 5% en relación a los demás materiales de construcción en venta. No obstante, en la mayoría de los materiales, su precio no representa una diferencia notoria en el costo total de una obra, por lo cual se puede establecer que la economía no es un factor determinante en la elección de uso de este tipo de materiales (Tabla comparativa de materiales 1 y 2). Sin embargo, su aplicación en una edificación significaría un gran ahorro energético y por lo tanto económico a largo plazo, por su elevado nivel de resistencia térmica y acústica, y por su larga vida útil y prácticamente nulo mantenimiento; y además, en base al análisis realizado, se determinó que en su mayoría, este tipo de materiales no son atacados por insectos ni hongos.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MATERIALES AISLANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE APLICACIÓN EN EL NEA SEGÚN CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD

No obstante, al estudiar los problemas patológicos generados por la ausencia o deficiente utilización de materiales aislantes, se detectó que el problema más significativo es a raíz de la ausencia de juntas de dilatación, un problema netamente técnico y constructivo. En la zona del NEA existen picos de temperaturas muy amplios, no solo durante las diferentes horas del día, sino también a lo largo de todo el año; por lo cual, sin juntas de dilatación las estructuras o cerramientos tienden a colapsar y provocan rajaduras que a la larga terminan siendo focos de paso de calor de un lugar a otro, es decir puentes térmicos que acaban con la eficiencia energética del edificio y sus estanqueidad acústica y térmica. Por otra parte, la ausencia de materiales aislantes provoca la pérdida de estanqueidad acústica y térmica en el edificio, volviéndolo ineficiente y/o en su defecto, un espacio inhabitable. En edificios en altura, la acústica es fundamental ya que los departamentos residenciales y/u oficinas se encuentran en su mayoría contiguos unos con otros en forma horizontal y vertical, por lo cual la privacidad sonora es muy importante.

	Materiales Aislantes (termicos y acusticos)	Marca	Características	Espesor (mm)	Presentacion	Precio de lista	Precio al contado
1	Espuma de polietileno de baja densidad de celda cerrada	Aislamax	Bajo teja. Espuma Simple	10	Rollos de 1 x 20 m	783,31	665,81
2	Espuma de polietileno de baja densidad de celda cerrada	Aislamax	Bajo teja. Espuma Simple	2	Rollos de 1 x 20 m	187,14	159,07
3	Espuma de polietileno de baja densidad de celda cerrada	Aislamax	Bajo teja. Espuma Simple	5	Rollos de 1 x 20 m	467,22	397,13
4	Espuma de polietileno de baja densidad de celda cerrada	Aislamax	Bajo teja con Aluminio doble (2 caras)	10	Rollos de 1 x 20 m	1624,18	1380,55
5	Espuma de polietileno de baja densidad de celda cerrada	Aislamax	Bajo teja Aluminizada	10	Rollos de 1 x 20 m	1047,19	890,11
6	Espuma de polietileno de baja densidad de celda cerrada	Aislamax	Bajo teja Aluminizada	5	Rollos de 1 x 20 m	750,91	638,28
7	Espuma de polietileno con film aluminizado	Isolant	Bajo teja AluminizadaTBA 5	5	Rollos de 1 x 20 m	802,16	681,84
8	Espuma de polietileno con film aluminizado	Isolant	Bajo teja Aluminizada TBA 10	10	Rollos de 1 x 20 m	1224,97	1041,23
9	Espuma de polietileno con film de polietileno	Isolant	Bajo teja TB 10	10	Rollos de 1 x 20 m	1237,6	1051,96
10	Espuma de polietileno con film de polietileno	Isolant	Bajo teja TB 2	2	Rollos de 1 x 20 m	361,56	307,33
11	Espuma de polietileno con film de polietileno	Isolant	Bajo teja TB 5	5	Rollos de 1 x 20 m	705,4	599,59
12	Lana de vidrio con foil de aluminio	Rolac	Plata cubierta Hidrorepelente	38	Rollo 1,20 x 18 m	1518,41	1290,65
13	Lana de vidrio con foil de aluminio	Rolac	Plata cubierta Hidrorepelente	50	Rollo 1,20 x 18 m	1670,52	1419,95
14	Lana de vidrio con foil de aluminio	Rolac	Plata cubierta Hidrorepelente	80	Rollo 1,20 x 12 m	1630,34	1385,79
15	Polietileno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Megaflex	Membrana Asfáltica No Crack 350 Nc	4	Rollo 1,00 x 10 m	778,15	661,42
16	Polietileno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Megaflex	Membrana Asfáltica No Crack 250 Nc	4	Rollo 1,00 x 10 m	653,62	555,57
17	Polietileno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Megaflex	Membrana Asfáltica No Crack 200 Nc	4	Rollo 1,00 x 10 m	541,27	460,08
18	Polietileno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Megaflex	Membrana Asfáltica No Crack Mgx400 Nc	4	Rollo 1,00 x 10 m	826,83	702,8
19	Polietileno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Megaflex	Membrana Asfáltica No Crack Mgx450 Nc	4	Rollo 1,00 x 10 m	915,28	777,99

Tabla comparativa de materiales 1

	Coefficiente de transmitancia Térmica (W/m.K)	Coefficiente de aislacion acustica	Absorcion acustica	Resistencia termica (m2.K/W)	% de venta en relacion a otros materiales	Demandas/ Usuarios	Mas vendido/ menos vendido	
1	0,035				5%	Según el corralon, las ventas son principalmente a empresas o a privados. 50% y 50%		
2	0,035							
3	0,035							
4	0,045			2,77				Menos comprado
5	0,035			1,26				Mas comprado
6	0,035			1,1				Mas comprado
7		19 dbA		0,55 (invierno) 0,96 (verano)				
8		19 dbA		0,66 (invierno) 1,07 (verano)				
9		(no posee esta cualidad) Varrera de vapor						
10		(no posee esta cualidad) Varrera de vapor						
11		(no posee esta cualidad) Varrera de vapor						
12		(no posee esta cualidad)						
13			entre 100 y 5000 Hz	1,2				Menos comprado
14			entre 100 y 5000 Hz	1,9				Menos comprado
15		(no posee esta cualidad)						
16		(no posee esta cualidad)						
17		(no posee esta cualidad)						
18		(no posee esta cualidad)						
19		(no posee esta cualidad)						

Tabla comparativa de materiales 2

Cabe destacar también que se recolectó información sobre materiales aislantes con características acústicas y térmicas, fabricados y utilizados en otros países y ciudades, que no están en venta y tampoco son solicitados por los usuarios de nuestra región, como guata de celulosa, fibra de madera, corcho, lana de cáñamo, de lino o de oveja, cañamiza, entre otros. Esto



confirma que en nuestro país y más puntualmente en el NEA, aún no se indagó lo suficiente, no se conoce y no existe gran demanda respecto a este tipo de materiales y soluciones constructivas.

Paralela y paulatinamente se realizó la recopilación, lectura y análisis de la normativa existente a nivel nacional (República Argentina) y local (Ciudad de Resistencia, Chaco), también datos de diversas fuentes como libros y revistas en la biblioteca de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, publicaciones de internet y antecedentes como ser, trabajos de investigación realizados por otros becarios y el director y co-director de beca, Jacobo Guillermo y Alias Herminia María, entre otros. Cabe aclarar, que el análisis de las normas vigentes a nivel nacional y regional pertenece a la Etapa Operativa, pero se realizó con anticipación durante la Etapa Cognoscitiva por la necesidad de contar con dicha información durante el proceso de estudio de los materiales. A partir del análisis, se comprobó que países del norte de Europa como Alemania, cuentan con políticas de estado para reducir el consumo energético sin reducir el nivel de calidad de vida de los usuarios, a través de instrumentos financieros y fiscales, y con la presentación de “balances térmicos de consumos energéticos anuales según unidad de superficie construida” realizados por arquitectos o ingenieros. Estos países exigen, entre otras cosas, que los paramentos exteriores y cubiertas de espacios interiores no acondicionados sea de $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, y los paramentos exteriores y cubiertas de espacios interiores acondicionados sea de $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Jacobo, 2004). Realizando una comparación, se determinó que Argentina aún cuenta con niveles mínimos de exigencias en estos términos que, por la zona bioambiental en la que se encuentra gran parte del país (zona Norte y más precisamente el NEA), deberían ser primordiales y más rigurosos por las bajas y sobre todo altas temperaturas que se desarrollan en las diferentes estaciones.

Continuando con la investigación, en la Etapa Operativa se analizaron 7 edificios en la Zona NEA, en lo que respecta al estudio de los casos actuales, obras construidas y en proceso de construcción, abarcando no solo edificios de la ciudad de Resistencia, sino también de Rosario, Santa Fe; y Monte Caseros, Corrientes. Cabe aclarar que se ha extendido el campo de trabajo a estas dos ciudades, por la dificultad ostentada para adquirir información de obras ubicadas en la ciudad de Corrientes Capital. Esto fue debido principalmente al desinterés por parte de los proyectistas, de exponer sus proyectos al saber que serían sometidos a una evaluación higrotérmica y acústica. De esta manera, se estudió el edificio Escuela N°73, construido en la ciudad de Resistencia, proyecto a cargo del arquitecto Carlos Roses, que dio como resultado que, tanto en cerramientos verticales (mampostería de ladrillos comunes de 30 cm de espesor) y horizontales (cubierta de chapa galvanizada trapezoidal) cumplen tan solo con el nivel “C” mínimo definido por Norma IRAM 11605/96. El mismo nivel, aunque con mampostería de diferente material (ladrillos cerámicos huecos de 18 cm de espesor), arrojó el resultado de los cálculos del Edificio APYMEC, ubicado en la misma ciudad, proyecto a cargo del arquitecto Mahave Alberto. Ambos edificios cumplen con la aislación acústica mínima necesaria para sus divisorios internos, en cambio en sus divisorios externos, la última obra presenta una solución insuficiente en aislación acústica.

En lo que concierne a la ciudad de Rosario, Santa Fe, los 3 edificios analizados corresponden todos a la misma empresa: ALTEA Arquitectura - Arq. Luis Luciani. Dichas obras, Edificio Avellaneda, Edificio Dorrego 11, y Edificio Rivadavia y Balcarse (Tabla 8) alcanzaron también el Nivel “C” mínimo establecido por Norma IRAM 11605/96, para aislación térmica; excepto en uno de los cerramientos verticales de composición heterogénea (tabique de hormigón, más tabique de ladrillo cerámico hueco de 8 cm de espesor cada uno) del edificio Dorrego 11, el cual no alcanzó ni siquiera el nivel mínimo “C” de aislación térmica.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MATERIALES AISLANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE APLICACIÓN EN EL NEA SEGÚN CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE EDIFICIO RIVADAVIA Y BALCARCE					
CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA K DE MURO DE CERRAMIENTO EXTERIOR N° 1 DISEÑADO, SEGÚN NORMAS IRAM 11601/96 Y 11605/96 (zona bioambiental I Y II)					
Elemento					
mamposteria de ladrillos huecos					
Orientación					
N, S, E y O					
Época del año					
1) VERANO 2) INVIERNO					
Sentido flujo de calor					
horizontal					
Capas Constitutivas	espesor	coeficiente de conductividad térmica "λ"	resistencia térmica "e / λ"		
	"e"	(W / m²C)	"e / λ"		
	(m)	de tabla	(m²C / W)		
Rse (1 / αe)	-	-	0,04		
1	0,005	1,16	0,004310345		
2	0,02	1,16	0,017241379		
3	0,007	1,4	0,005		
4	0,12	-	0,36		
5	0,02	1,16	0,017241379		
6	0,005	1,16	0,004310345		
Rsi (1 / αi)	-	-	0,13		
TOTAL	0,177		0,578103448		
Transmitancia térmica del componente (K de diseño) = 1/R =			1,729794214 W/m²C	1) VERANO	
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.		0,47 < 0,54 (0,45 + 20% por coef. absorción < 0,6)	NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" DEFINIDO EN IRAM 11605/96 - SI CUMPLE CON EL NIVEL "C" DEFINIDO EN IRAM 11605/96 = 1,8		
Transmitancia térmica del componente (K de diseño) = 1/R =			1,729794214 W/m²C	2) INVIERNO	
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.		0,47 > 0,38	NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" DEFINIDO EN IRAM 11605/96 - SI CUMPLE CON EL NIVEL "C" DEFINIDO EN IRAM 11605/96 = 1,85		

Tabla 8

De la misma forma, todos los edificios nombrados poseen una aislación acústica adecuada tanto para divisorios interiores como exteriores, sin embargo, en el edificio Rivadavia y Balcarce en el cerramiento exterior la aislación es insuficiente (Tablas 9, 10 y 11). Así mismo, la vivienda Gobi Pettel ubicada en la ciudad de Monte Caseros, Corrientes, proyectada por el Maestro Mayor de Obras Lucas Rodenas, también cumple con el Nivel "C" mínimo en aislación térmica de muros, y Nivel "B" medio en aislación térmica de cubierta (Tabla 3). En este caso, la vivienda tiene aislación acústica suficiente.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MATERIALES AISLANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE APLICACIÓN EN EL NEA SEGÚN CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD

Funcion del local	Nivel de ruido de fondo (funcion del local) (db)	Margen de tolerancia (db)	Nivel de tolerancia (db)
1 - Estar - Comedor	45	10	35
2 - Dormitorio	35	10	25

Tabla 9

	Ruido externo	Nivel de ruido (que viene de afuera del local) (db)	Nivel de tolerancia (db)	Aislacion necesaria (db)
1 - Divisorio exterior	Calle con transito urbano muy intenso	90	35	55
1 - Divisorio interno	Cocina/ Baño/Lavadero	49	35	14
1 - Divisorio interno	Dormitorio	35	35	0
2 - Divisorio exterior	Calle con transito urbano muy intenso	90	25	65
2 - Divisorio interno	Estar - Comedor	45	25	20
2 - Divisorio interno	Baño	49	25	24

Tabla 10

Divisorio interno y externo - Homogeneo				
Material del divisorio	Peso especifico del material (kg/m3)	Espesor del divisorio (m)	Peso superficial (kg/m2)	Aislacion acustica del divisorio - decibeles (db)
Ladrillo ceramico hueco	1300	0,12	156	43
La Aislacion es insuficiente para los divisorios exteriores, pero es suficiente para los divisorios interiores.				

Tabla 11



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MATERIALES AISLANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE APLICACIÓN EN EL NEA SEGÚN CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA GOBI PETTEL					
CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA K DE MURO DE CERRAMIENTO EXTERIOR, SEGÚN NORMAS IRAM 11601/96 Y 11605/96 (zona bioambiental I Y II)					
Elemento Mampostería portante y de cerramiento.					
Orientación N, S, E y O					
Época del año 1) VERANO 2) INVIERNO					
Sentido flujo de calor horizontal					
Capas Constitutivas	espesor "e" (m)	coeficiente de conductividad térmica "λ" (W / m°C) de tabla	resistencia térmica "e / λ" (m ² °C / W) de tabla		
Rse (1 / αe)	-	-	0,04		
1	0,005	1,16	0,004310345		
2	0,02	1,16	0,017241379		
3	0,007	1,4	0,005		
4	0,3	0,81	0,37037037		
5	0,02	1,16	0,017241379		
6	0,005	1,16	0,004310345		
Rsi (1 / αi)	-	-	0,13		
TOTAL	0,032		0,588473819		
Transmitancia térmica del componente (K de diseño) = 1/R =			1,699310944	W/m²°C	1) VERANO
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.			1,8 (+20 %=2,16)		NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" - SI CUMPLE CON EL NIVEL "C" DEFINIDO EN IRAM 11605/96
Transmitancia térmica del componente (K de diseño) = 1/R =			1,699310944	W/m²°C	2) INVIERNO
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.			> 1,85		NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" - SI CUMPLE CON EL NIVEL "C" DEFINIDO EN IRAM 11605/96

Tabla 3

También se realizaron visitas a una obra en construcción, el Edificio Torre Harmony, en la ciudad de Resistencia, Chaco, con el acompañamiento y entrevista del Arquitecto Estévez Pablo quien está a cargo de la dirección técnica de la misma.

A través de la documentación técnica recaudada, se realizó el cálculo de resistencia térmica y aislación acústica del mismo, por medio del cual se verificó que el cerramiento vertical cumple con la aislación acústica mínima para divisorios internos y externos, y también se comprueban los parámetros de habitabilidad requeridos en la parte opaca del muro, alcanzando el nivel "B" medio; sin embargo en el puente térmico, no cumple con los parámetros necesarios respecto a la Zona bioambiental I y II, según lo requerido por Norma IRAM 11605/96 para puentes térmicos. Por lo cual, estamos en presencia de una obra en construcción con soluciones deficientes en lo que respecta a la aislación térmica. Es relevante observar que en dicha obra, sí se utilizó materiales



aislantes acústicos y térmicos, pero sin embargo, el resultado de los cálculos fue ineficiente. Esto demostró que, si bien en la actualidad existen proyectos en los que comienza a tomar importancia la estanqueidad acústica y térmica de los espacios, el mero uso de los materiales aislantes no es garantía de su eficiencia en la obra.

Se debe tener en cuenta su espesor y correcta ubicación, y también su fijación o estructura de soporte, puesto que en la actualidad, en la mayoría de las resoluciones, éstas representan los puentes térmicos que derivan en envolventes ineficientes.

Los resultados obtenidos evidencian la falta de interés y preocupación por resolver adecuadamente los problemas de aislación térmica y acústica de los proyectos arquitectónicos en la región NEA, ya que la mayoría de los proyectos arrojaron como resultado el alcance mínimo del Nivel "C" establecido por la Norma IRAM 11605/96, que indica entre 1,1 y 1,8 W / m²K para verano y 1,00 y 1,85 W / m²K para invierno. Esto es consecuencia de la ausencia de materiales aislantes térmicos en la resolución de cerramientos verticales y horizontales de las obras analizadas, lo que confirma los datos obtenidos en las entrevistas a los trabajadores de los corralones de la región: "estos materiales son los que menor demanda y venta presentan".

Por lo tanto, en las obras en que el resultado de cálculo térmico ha sido Nivel "C" mínimo, se recomienda como solución alternativa, la aplicación de materiales aislantes o cámaras de aire a través del sistema "muros multicapa", esto aumentaría la resistencia térmica al Nivel "A" óptimo establecido por Norma IRAM. La propuesta consta de aumentar el espesor de los cerramientos, incorporando una hilera de otro mampuesto con alta resistencia térmica, como ladrillos de hormigón celular, o ladrillos comunes, e interponer entre las hileras de mampuestos un material aislante como planchas de poliestireno expandido, espuma poliuretánica expandida o cámaras de aire, con aproximadamente 5 cm de espesor, dependiendo la situación.

El agregado de materiales aislantes en el interior de los locales, cubriéndolos con una estructura de placas de roca de yeso, tipo durlock, es otra alternativa. Sin embargo, para este tipo de soluciones deben hacerse estudios específicos y cálculos de puentes térmicos en las zonas de los perfiles o elementos estructurales, para verificar su correcta disposición y funcionamiento, así como la correcta ubicación de barreras y frenos de vapor, de lo contrario, podríamos estar incurriendo en el error del caso del Edificio Torre Harmony. Se recomienda no utilizar perfiles de chapa de acero zincada como estructura de soporte para este tipo de construcciones; como reemplazo se propone aplicar una estructura de madera, como listones de pino. Para solucionar el caso específico de la Torre Harmony, la alternativa constructiva establece reemplazar la estructura de soporte de las placas de durlock, que actualmente son perfiles de chapa de acero zincada, por listones de pino, de 3 x 4 cm de sección. Dicho listón debe estar rodeado en sus dos laterales por membrana fonac, y no solo por un extremo como lo está actualmente. Así mismo, se debe reemplazar la lana de vidrio isover de 5 cm de espesor, por una lana de vidrio Polcom de 3,8 cm de espesor. (Se recomienda observar el anexo).

Como indicación general, se recomienda no utilizar cerramientos de mamposterías de ladrillos cerámicos huecos, ya que si bien los cálculos de aislación térmica y acústica arrojaron en su mayoría buenos resultados, estos mampuestos no utilizan juntas verticales en su ejecución, lo que genera excesivos puentes térmicos que los vuelven ineficientes y permeables.



3. CONCLUSIONES

Los objetivos generales y particulares se alcanzaron fructíferamente, y la hipótesis del trabajo se confirmó a lo largo del desarrollo de la investigación, ya que luego de los análisis y estudios se verificó que “es evidente como el control higrotérmico y termo-acústico de los edificios es el resultado no solo del estudio del comportamiento de los materiales, sino también de su correcta utilización” dentro de una construcción, ya que su mero uso no garantiza un buen resultado. También, a través las soluciones constructivas de la mayoría de las obras analizadas, se verificó que este tema de las aislaciones prácticamente no es tenido en cuenta en la construcción actual de edificios en altura de nuestra región, y estos materiales son los menos demandados por los usuarios. Los aportes de este trabajo servirán como inspiración y concientización para los proyectos que se encuentran actualmente en construcción, y para los futuros que puedan desarrollarse en la región NEA, y de esta manera tener en cuenta el impacto que implican las soluciones constructivas de los edificios en la ciudad, su consumo eléctrico y principalmente en el confort acústico y térmico de los espacios.

BIBLIOGRAFÍA

Alías, Herminia M - Jacobo, Guillermo J. (2004). *Situación higrotermica, energética y ambiental de la construcción arquitectónica en la Región Nordeste de Argentina*. Editado por los autores, Replica MOGLIA S.R.L.

Balangero, Carolina N. - Jacobo, Guillermo J. - Alías, Herminia M. (2006). *Estudio de materiales aislantes termoacústicos e higrotérmicos del mercado de la construcción del NEA y su utilización en el diseño tecnológico*.

Celano, Jorge Alberto y Jacobo, Guillermo José. (2002). *El hábitat humano en el NEA. Una perspectiva de solución desde la óptica tecnológica: uso de la madera en sistemas constructivos*.

Instituto Argentino de Normalización. (1996). Norma IRAM N°11603, *Acondicionamiento térmico de edificios*, Clasificación bioambiental de la República Argentina.

Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda (IPDUV). (2000). *Parámetros Grales. de Calidad para Viviendas de Interés Social Zona: Nordeste*.

Jacobo, Guillermo J. - Alías, Herminia M. (2011). *Energía y tecnología de la construcción*. Parte 1. EdiFau, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNNE.

Jacobo, Guillermo José. (2004). *Arquitectura del siglo XX para el siglo XXI. Primera parte*. Editado por el autor, Replica MOGLIA S.R.L.

Jacobo, Guillermo José. (2004). *Arquitectura del siglo XX para el siglo XXI. Segunda parte*. Editado por el autor, Replica MOGLIA S.R.L.

Jacobo, Guillermo José. *El confort de los espacios arquitectónicos de la región nordeste de Argentina*.

Jacobo, Guillermo José. (2003). *Hábitat humano, medio ambiente y energía. Análisis de consumo energético con valor ecológico-toxicológico por rubro constructivo para aplicación en obras de arquitectura en el Nordeste de Argentina*. Editado por el autor, Replica MOGLIA S.R.L.



Jacobo, Guillermo José. (2006). *Introducción al Balance Energético en la Edificación Arquitectónica*. Casos de Estudio.

Jacobo, Guillermo José. (2004). *Tecnología ecológica en la edificación arquitectónica*. EdiFau, ITDAHu-FAU-UNNE, Resistencia.

Municipalidad de la ciudad de Resistencia Provincia del Chaco. (1989). *Reglamento General de Construcciones*.

Secretaría de Obras Públicas - Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Dirección Nacional de Políticas Habitacionales - Dirección de Tecnología e Industrialización. Documento técnico: acondicionamiento higrotermico. <http://www.cnvivienda.org.ar/nuevo/archivos/4.3.pdf>