

Propuesta de mejoramiento para la envolvente edilicia del Hospital Interzonal de Agudos y Crónicos (HIAC) “Dr. Alejandro Korn”

Autores: Arq. Urteneche, Emilia¹; Arq. Fondoso Ossola, Santiago Tomás ²; Ing. Cristeche, Joaquina³

Contacto:

(1) emiliaurteneche@iipac.laplata-conicet.gov.ar

(2) santiagofondoso@iipac.laplata-conicet.gov.ar

(3) joaquinacristeche@iipac.laplata-conicet.gov.ar

1. Introducción

En la Micro-Región del Gran La Plata (MRGLP) se han detectado deficiencias higrotérmicas en la red hospitalaria perteneciente al sector público, derivadas, en gran medida, de las características técnico-constructivas de los distintos espacios que componen los establecimientos mencionados. Esta observación surge a partir del relevamiento *in situ* y del análisis de la documentación gráfica y consumo energético brindado por el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires.

Asimismo, se evidenció la importante participación, en cuanto al comportamiento energético, del Hospital Interzonal de Agudos y Crónicos (HIAC) “Dr. Alejandro Korn” dentro de la mencionada red. El consumo energético de este hospital junto al del Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) “General San Martín”, en términos absolutos, ofrecen los mayores consumos energéticos por año. Considerando que el primero de estos posee la mayor cantidad de superficie construida de los establecimientos relevados, se posiciona por encima del promedio en cuanto al consumo total por unidad de superficie construida y como el establecimiento con mayor consumo de gas natural por unidad de superficie construida (Tabla 1. Consumo por unidad de superficie construida, de hospitales de la MRGLP). Si bien su consumo específico de energía eléctrica está por debajo del promedio, y que parte de su consumo de gas natural se debe a la cocción de alimentos, se considera que este puede originarse por las necesidades de calefacción, las cuales están directamente vinculadas con la eficiencia energética de la envolvente edilicia.

Establecimientos	Consumo total		Energía eléctrica		Gas natural	
	[TEP/m ²]	[kWh/m ²]	[TEP/m ²]	[kWh/m ²]	[TEP/m ²]	[kWh/m ²]
HIGA “Dr. Prof. Rodolfo Rossi”	0,0214	249,10	0,0084	97,94	0,0130	151,16
HIGA “Gral. San Martín”	0,0221	257,07	0,0095	110,83	0,0126	146,23
HIAC “Dr. Alejandro Korn”	0,0201	233,65	0,0033	38,83	0,0168	194,82
HZE “Dr. Noel H. Sbarra”	0,0090	104,95	0,0052	60,48	0,0038	44,47
HZGA “Dr. Larrain”	0,0195	227,00	0,0081	94,45	0,0114	132,55
HZGA “Horacio Cestino”	0,0192	223,67	0,0093	108,70	0,0099	114,98
HIGA “San Roque”	0,0213	247,29	0,0091	105,86	0,0122	141,43

HZGA "Dr. Ricardo Gutiérrez"	0,0152	176,26	0,0062	71,54	0,0090	104,72
HIAEP "Sor María Ludovica"	0,0200	232,80	0,0115	134,03	0,0085	98,78
HIEAC "San Juan de Dios"	0,0092	107,54	0,0044	51,63	0,0048	55,91
Mediana	0,0198	229,90	0,0083	96,20	0,0107	123,77
Promedio	0,0173	201,14	0,0074	86,26	0,0099	114,88
Máximo	0,0221	257,07	0,0115	134,03	0,0168	194,82
Mínimo	0,0090	104,95	0,0033	38,83	0,0038	44,47

Tabla 1. Consumo por unidad de superficie construida, de hospitales de la MRGLP

Asimismo, debido a la especialidad que brinda el establecimiento, en cuanto a su servicio (crónicos y agudos) y a su gran capacidad de internación (644 camas disponibles¹), el mismo debe garantizar condiciones de habitabilidad en forma ininterrumpida en los distintos pabellones, sobre todo en aquellos destinados a la internación de pacientes.

A partir de lo esbozado, el presente informe tiene como objetivo presentar el estado actual de los aspectos técnico-constructivos relacionados al consumo energético y al confort higrotérmico del HIAC "Dr. Alejandro Korn", brindando alternativas para el mejoramiento en la envolvente edilicia. Para ello, se propone analizar un pabellón de internación repetitivo, de modo que los efectos puedan replicarse en la mayor parte del establecimiento (Fig. 1. Imagen satelital del HIAC "Dr. Alejandro Korn". Se selecciona un pabellón repetitivo para su estudio).



Fig. 1. Imagen satelital del HIAC "Dr. Alejandro Korn". Se selecciona un pabellón repetitivo para su estudio

¹ Datos obtenidos del rendimiento de los establecimientos del año 2018, archivo .xls obtenido de <http://www.ms.gba.gov.ar/sitios/infoensalud/estadistica/> (accedido el 29-05-2021)

2. Metodología

En función de lo expuesto, se plantea en este informe, el desarrollo de una metodología que consta de tres etapas: (i) Análisis y diagnóstico de la envolvente edilicia existente; (ii) Desarrollo de propuestas tecnológico-constructivas para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia existente y (iii) Evaluación de las propuestas tecnológico-constructivas desarrolladas. Cada una de las etapas se desarrolla a continuación.

2.1. Análisis y diagnóstico de la envolvente edilicia existente

En esta etapa se cuantifican las superficies de envolvente edilicia vertical (muros y carpinterías) y horizontal (techos), a partir del análisis de la documentación gráfica del edificio. Luego, a partir del relevamiento in-situ del edificio, se identifican las características técnico-constructivas de base de la envolvente edilicia existente. Se calcula el coeficiente de transmitancia térmica (K) para cada caso y se verifica el cumplimiento de las normas de acondicionamiento higrotérmico vigentes. Para ello, se utiliza el programa para el cálculo de transmitancia térmica y verificación de condensación superficial e intersticial desarrollado por el Centro de Estudios y Energía y Medio Ambiente (CEEMA), IAA-FAU-UNT. Por último, se utiliza la *Calculadora de pérdidas energéticas de la envolvente edilicia* (Urteneche et al., 2021) para identificar en qué elemento constructivo de la envolvente se producen las mayores pérdidas energéticas. El conocimiento de las pérdidas energéticas por elemento constructivo de la envolvente edilicia permite brindar argumentos para la toma de decisiones a la hora de implementar medidas para el reciclado edilicio, priorizando aquellos en los que se producen las mayores pérdidas energéticas.

2.2. Desarrollo de propuestas tecnológico-constructivas para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia existente

Una vez analizada la situación técnico-constructiva de base de la envolvente edilicia vertical y horizontal existente, e identificados los elementos constructivos en los que se producen las mayores pérdidas energéticas, se desarrollan propuestas tecnológico-constructivas para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia existente.

2.3. Evaluación de las propuestas tecnológico-constructivas

En esta etapa se utiliza, para evaluar y comparar las diferentes estrategias de reciclado de la envolvente edilicia, el Índice de eficiencia energético-económica (Rodríguez, 2015), el cual sintetiza la relación entre la optimización del comportamiento térmico y el costo económico de la inversión necesaria para la aplicación de las mejoras tecnológico-constructivas. La ecuación (1) incluye la reducción en el flujo de energía durante una hora por metro cuadrado de envolvente, para una variación de 1°C, en relación al costo en pesos argentinos (120,5 ARS a 1 USD al 3/05/22 según cotización del Banco Nación).

$$IE = \frac{K0 - K1}{CII} \quad (1)$$

Donde:

IE=Índice de eficiencia energético-económica en $W/m^2°C$ \$;

K0=transmitancia térmica de la envolvente original en $W/m^2°C$;

K1=transmitancia térmica de la propuesta tecnológica constructiva adoptada en $W/m^2°C$;

CII=costo inicial de inversión necesario para la aplicación de las mejoras tecnológico-constructivas en \$.

De esta manera, se calculan los índices de eficiencia para cada una de las propuestas tecnológico-constructivas. Cuanto más bajo resulta el valor, menos favorable es la situación.

3. Resultados

Se presentan a continuación los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología a un pabellón de internación repetitivo del HIAC "Dr. Alejandro Korn".

3.1. Análisis y diagnóstico de la envolvente edilicia existente

En esta etapa se cuantificaron las superficies de envolvente edilicia vertical (muros y carpinterías) y horizontal (techos), a partir del análisis de la documentación gráfica del edificio. Para el prototipo de pabellón de internación analizado se obtuvieron los siguientes resultados: 546 m² de envolvente vertical (395 m² de muros y 151 m² de carpinterías) y 755 m² de envolvente horizontal (techo). Si se tiene en cuenta la repetición de este pabellón en el hospital, este valor asciende a 6.006 m² de envolvente vertical (4.345 m² de muros y 1.661 m² de carpinterías) y 8.305 m² de envolvente horizontal. De este modo, dichos pabellones representan el 18 % de la envolvente edilicia vertical (33.283 m²) y el 22 % de la envolvente edilicia horizontal del Hospital (37.517 m²).

Luego, a partir del relevamiento in-situ del edificio, se identificaron las características técnico-constructivas de base de la envolvente edilicia existente. En el caso de aplicación, la envolvente vertical está constituida por muros máxicos simples de ladrillo macizo de 0,42 m de espesor ($K= 1.67 W/m^2°C$) y cuenta con ventanas con mecanismo de apertura pivotante con marco de madera y hoja de vidrio simple ($K= 4.11 W/m^2°C$). La envolvente horizontal consiste en un techo inclinado de tejas curvas con ático sin ningún tipo de aislación térmica (K invierno = 2,21 $W/m^2°C$; K verano = 1.69 $W/m^2°C$). En el apartado Anexos de este informe se incluyen las planillas de cálculo del coeficiente de transmitancia térmica (K) y la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial para los muros y techos, realizados en el programa de cálculo CEEMACON, desarrollado por el CEEMA, FAU-UNT. Para el cálculo y verificación del coeficiente de transmitancia térmica de las carpinterías, así como del Factor de Exposición Solar (FES), se utilizaron planillas elaboradas en hojas de cálculo basadas en la Norma IRAM 11.507-4. Los resultados obtenidos permiten comprobar que la envolvente edilicia relevada no cumple con las condiciones de acondicionamiento higrotérmico que exige la Ley 13.059-03 de la provincia de Buenos Aires (Nivel B de la Norma IRAM 11.605, Norma IRAM 11.625, Norma

IRAM 11.507-4, entre otras). Por último, se utilizó la *Calculadora de pérdidas energéticas de la envolvente edilicia* (Urteneche et al., 2021) y se identificó que las mayores pérdidas energéticas se producen por el techo, debido a su superficie, pero principalmente debido a sus características constructivas (Fig. 2. Calculadora de pérdidas energéticas de la envolvente. Fuente: elaboración propia).

CALCULADOR DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS DE LA ENVOLVENTE EDILICIA		
Seleccionar de la lista la zona bioclimática según Norma IRAM 11603	→	IIIb
Seleccionar de la lista la temperatura de diseño interior (°C)	→	22
Completar con los grados días de calefacción anuales (°C)	→	2,228
Completar con la cantidad de días al año que se requiere calefacción	→	203
Grados día (°C)/día		11
Seleccionar de la lista el área hospitalaria	→	1.INTERNACIÓN
Completar la superficie del área hospitalaria seleccionada en m ²	→	755
Introducir el tiempo de uso del área hospitalaria en horas/día	→	24
Seleccionar de la lista la situación del área hospitalaria seleccionada	→	Todas sus caras verticales y la cubierta están expuestas
Seleccionar de la lista el factor de exposición (FE) elegido	→	1.00
MUIROS		
Seleccionar de la lista el sistema constructivo predominante	↓	5.Ladrillo común (cerámico macizo) -12x5x24cm- interior revocado y exterior visto - 0,43 m espesor
Seleccionar el número del sistema constructivo elegido	→	5
Transmitancia térmica (K=W/m ² °C)		1.67
Verifica NIVEL B de la Norma IRAM 11605		NO
Completar la superficie del muro en m ²	→	395
CUBIERTA		
Seleccionar de la lista el sistema constructivo predominante	↓	3.Teja colonial (cerámica) con cielorraso suspendido
Seleccionar el número del sistema constructivo elegido	→	3
Transmitancia térmica (K=W/m ² °C)		2.21
Verifica NIVEL B de la Norma IRAM 11605		NO
Completar la superficie de la cubierta en m ²	→	755
CARPINTERÍAS		
Seleccionar el sistema constructivo predominante	↓	2.Carpinterías vidrio simple y marcos de madera sin protección (solo cortina interior de tela)
Seleccionar el número del sistema constructivo elegido	→	2
Transmitancia térmica (K=W/m ² °C)		4.69
Verifica Norma IRAM 11507-4		NO
Completar la superficie de carpinterías en m ²	→	151
PERDIDAS ENERGÉTICAS POR ENVOLVENTE EN kWh/día.m²		1.059

CALCULADOR DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS DE LA ENVOLVENTE EDILICIA	
Pérdidas energéticas por elemento constructivo	
■ MUROS	■ CUBIERTA
■ CARPINTERÍAS	

Fig. 2. Calculadora de pérdidas energéticas de la envolvente. Fuente: elaboración propia

3.2. Desarrollo de propuestas tecnológico-constructivas para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia existente

Una vez analizada la situación técnico-constructiva de base de la envolvente edilicia vertical y horizontal existente e identificados los elementos constructivos en los que se producen las mayores pérdidas energéticas, se desarrollaron propuestas tecnológico-constructivas para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia existente. En este caso, se prioriza la intervención sobre la envolvente edilicia horizontal ya que se identificó que las mayores pérdidas energéticas se producen por el techo, debido a su extensa superficie, pero también a las características constructivas (Fig. 2. Calculadora de pérdidas energéticas de la envolvente. Fuente: elaboración propia). Para ello, se proponen dos estrategias de intervención: en la primera se incorpora aislación térmica exterior con EPS debajo de la cubierta existente. Esta estrategia para cubiertas inclinadas propone una alternativa de aislación mediante la colocación de placas de EPS entre el entablonado o machimbre y la cubierta original de tejas. La otra estrategia de intervención consiste en incorporar en el cielorraso suspendido, aislación interior con lana de vidrio, que tiene un

foil de aluminio en una de sus caras, actuando como barrera de vapor. Se calcula el coeficiente de transmitancia térmica (K) para cada caso y se verifica el cumplimiento de las normas de acondicionamiento higrotérmico vigentes. En el apartado Anexos de este informe, se incluyen las planillas de cálculo del coeficiente de transmitancia térmica (K) y la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial para cada una de las propuestas de intervención, realizados en el programa de cálculo CEEMACON, desarrollado por el CEEMA, FAU-UNT.

3.3. Evaluación de las propuestas tecnológico-constructivas

Una vez analizadas las distintas propuestas para el reciclado de la edificación existente, se sintetizaron en la Fig. 3. Propuestas tecnológico-constructivas para el reciclado de la envolvente edilicia horizontal los resultados del cálculo de las características tecnológicas constructivas de la envolvente para la Situación Real y las resultantes a partir de la aplicación de las medidas de mejoramiento.



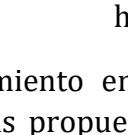
		Superficie (m ²)	176.40
ORIGINAL BASE		Tejas curvas, con ático sin aislación térmica	
		K (W/m ² °C)	2.21
		Nivel N. IRAM 11605	No clasifica
RECICLADO 1		Incorporación de aislación térmica exterior (EPS 50mm)	
		K (W/m ² °C)	0.50
		Nivel N. IRAM 11605	B (medio)
		Costo de inversión	\$ 3,537.89
		Índice de Eficiencia -IE (W/m ² °C\$)	0.00048
RECICLADO 2		Incorporación de aislamiento térmico en cielorraso (lana de vidrio 80mm)	
		K (W/m ² °C)	0.42
		Nivel N. IRAM 11605	B (medio)
		Costo de inversión	\$ 3,936.13
		Índice de Eficiencia -IE (W/m ² °C\$)	0.00045

Fig. 3. Propuestas tecnológico-constructivas para el reciclado de la envolvente edilicia horizontal

Puede observarse el mejoramiento en el comportamiento térmico y los costos de inversión para cada una de las propuestas tecnológico-constructivas. La estrategia de reciclado 1, que supone incorporar aislación térmica a la envolvente existente desde el exterior, es la más favorable en cuanto al mejoramiento térmico en relación a los costos de inversión, ya que su Índice de Eficiencia (0.00048) es más alto que la estrategia de intervención donde la aislación se coloca en el cielorraso.

4. Síntesis y conclusiones

Entendiendo que el HIAC “Dr. Alejandro Korn” mantiene un consumo energético específico mayor al promedio de la red hospitalaria, y el valor máximo en cuanto a consumo específico y total de gas natural, se optó por abordar aspectos directamente relacionados al consumo de este último.

De este modo, se brindaron dos alternativas para el mejoramiento de la envolvente horizontal (techos) de un pabellón repetitivo. A pesar de mantener un valor de transmitancia térmica mayor, la estrategia “reciclado 1”, resultó la alternativa con el Índice de Eficiencia mayor.

Asimismo, las medidas propuestas ejemplifican dos casos que cumplen con la normativa de acondicionamiento térmico. La diferencia entre ambas propuestas radica, no sólo en los valores de Índice de Eficiencia, sino que permite determinar si se generarán o no interrupciones en las actividades internas de los pabellones al momento de aplicarlas, ya que una de ellas requiere el intercambio del cielorraso, mientras que la otra mejora la aislación térmica a partir de la reposición de tejas desde el exterior.

De esta manera, se ofrecen argumentos para la renovación de la envolvente horizontal, advirtiendo que la estrategia “reciclado 1” resulta la más efectiva considerando valores de transmitancia térmica y económicos. Sin embargo, queda a disposición de quien las ejecute decidir qué estrategia aplicar.

5. Referencias bibliográficas

Rodríguez, L. G. (2015). Instrumentación metodológica para el reciclado masivo de la edificación residencial orientada a la eficiencia energética. Universidad Nacional de Salta.

Urteneche, E., Fondoso Ossola, S. T., Barbero, D. A., & Martini, I. (2021). Development of a Tool for the Identification and energy Analysis of buildings' envelopes of different Hospital Areas. In E. Roberti, Flavio; Toibero, Juan Marcos; Amicarelli, Adriana; Slawiński (Ed.), 2021 XIX Workshop on Information Processing and Control (RPIC) (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RPIC53795.2021.9648409>

Anexos

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	1.67	1.67		
K mínimo	2.00	1.63	2.00	NO VERIFICA
K recomendado	1.25	0.92	1.25	NO VERIFICA
K ecológico	0.50	0.34	0.50	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.75	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	24.50	
Resistencia superficial interior	m ² .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	6.53	
Temperatura de la superficie interna	°C	15.47	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	15.30	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	22.00		
REVOQUE INTERIOR	16.67	15.30	NO CONDENSA
LADRILLO COMÚN	15.79	14.30	NO CONDENSA
0	-0.86	-3.81	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie esxterior	-2.50	#N/A	#N/A
Aire exterior	-2.50		

Fig. 4. Planilla para la verificación de K y de riesgo de condensación de muro existente.

Fuente: Elaboración propia en el programa CEEMACON

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	1.91	2.21		
K mínimo	0.76	1.00	0.76	NO VERIFICA
K recomendado	0.48	0.76	0.48	NO VERIFICA
K ecológico	0.19	0.29	0.19	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.75	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	24.50	
Resistencia superficial interior	m ² .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	7.97	
Temperatura de la superficie interna	°C	14.03	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	15.30	SI CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	22.00		
Yeso	16.59	15.30	NO CONDENSA
Ático, cámara de aire (invierno)	14.96	15.13	SI CONDENSA
Machimbre	7.38	14.30	SI CONDENSA
Membrana hidrófuga	0.92	13.38	SI CONDENSA
Teja colonial cerámica (curva)	0.83	-3.25	NO CONDENSA
0	-0.33	-3.81	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-2.50	#N/A	#N/A
Aire exterior	-2.50		

Fig. 5. Planilla para la verificación de K y de riesgo de condensación de techo existente (condición de invierno). Fuente: Elaboración propia en el programa CEEMACON.

Herramienta para determinar el comportamiento térmico de ventanas		
K ventana calculado (W/m ² .°C)		Nivel IRAM 11507-4
4.69		no clasifica
		FS*
		0.84
Medidas abertura en (m)**		
alto ↓	ancho ↓	Superficie total (m ²) ↓
1.50	2.35	3.53
Material marco:		Madera
K marco (W/m ² .°C):		2.10
Superficie marco (m ²):		1.06
Tipo de vidrio:		Vidrio simple incoloro 4 mm
K vidrio (W/m ² .°C):		5.80
Factor Solar (FS):		0.84
Superficie vidrio (m ²):		2.47
Protección solar:		
Tipo de protección solar interior:		Ninguna
Resistencia (R) protección solar interior:		0
Tipo de protección solar exterior:		Ninguna
Resistencia (R) protección solar exterior:		0
*FS = Factor Solar		
**En la Norma IRAM 11507/4 se adopta la medida 1230 mm x 1480 mm como base de cálculo, según normativa europea.		

Fig. 6. Planilla para la verificación de K y FES de carpintería. Fuente: Elaboración propia

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [$W/m^2.K$]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.48	0.50		
K mínimo	0.76	1.00	0.76	SI VERIFICA
K recomendado	0.48	0.76	0.48	SI VERIFICA
K ecológico	0.19	0.29	0.19	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.75	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	24.50	
Resistencia superficial interior	$m^2.K/W$	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	2.00	
Temperatura de la superficie interna	°C	20.00	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	15.30	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	22.00		
Yeso	20.78	15.30	NO CONDENSA
Ático, cámara de aire (invierno)	20.42	15.19	NO CONDENSA
Machimbre	18.72	14.69	NO CONDENSA
Membrana hidrófuga	17.27	14.14	NO CONDENSA
EPS 50 mm	17.24	6.41	NO CONDENSA
Teja colonial cerámica (curva)	-1.75	-3.46	NO CONDENSA
0	-2.01	-3.81	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-2.50	#N/A	#N/A
Aire exterior	-2.50		

Fig. 7. Planilla para la verificación de K y de riesgo de condensación de la estrategia que incorpora EPS al techo existente (condición de invierno). Fuente: Elaboración propia en el programa CEEMACON.

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [$W/m^2.K$]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.41	0.42		
K mínimo	0.76	1.00	0.76	SI VERIFICA
K recomendado	0.48	0.76	0.48	SI VERIFICA
K ecológico	0.19	0.29	0.19	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.75	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	24.50	
Resistencia superficial interior	$m^2.K/W$	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.72	
Temperatura de la superficie interna	°C	20.28	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	15.30	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	22.00		
Placas de roca de yeso	20.96	15.30	NO CONDENSA
Lana de vidrio (ROLAC PLATA CUBIER)	20.63	15.28	NO CONDENSA
Ático, cámara de aire (invierno)	0.86	-1.03	NO CONDENSA
Machimbre	-0.60	-1.23	NO CONDENSA
Membrana hidrófuga	-1.84	-1.44	SI CONDENSA
Teja colonial cerámica (curva)	-1.86	-3.75	NO CONDENSA
0	-2.08	-3.81	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-2.50	#N/A	#N/A
Aire exterior	-2.50		

Fig. 8. Planilla para la verificación de K y de riesgo de condensación de la estrategia que incorpora lana de vidrio al techo existente (condición de invierno). Fuente: Elaboración propia en el programa CEEMACON.