

ESTÁNDAR HIGROTÉRMICO PARA VIVIENDAS INDUSTRIALIZADAS MINVU

Las viviendas industrializadas aprobadas por DITEC deberán cumplir, como mínimo, con el estándar higrotérmico indicado a continuación.

1. TRANSMITANCIA TÉRMICA Y RESISTENCIA TÉRMICA.

Los complejos de techumbre, muros perimetrales, pisos ventilados y puertas opacas de las viviendas deberán cumplir con la Transmitancia térmica U máxima y resistencia térmica Rt indicada en la Tabla siguiente, para zona térmica de emplazamiento.

Tabla n°1

ZONA TÉRMICA	COMPLEJO DE TECHUMBRE		COMPLEJO DE MUROS PERIMETRALES		COMPLEJO DE PISO VENTILADO		COMPLEJO DE PUERTAS OPACAS	
	U ^(*)	Rt ^(*)	U ^(*)	Rt ^(*)	U ^(*)	Rt ^(*)	U ^(*)	Rt ^(*)
	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W
A	0,84	1,19	2,10	0,48	3,60	0,28	---	---
B	0,47	2,13	0,80	1,25	0,70	1,43	1,70	0,59
C	0,47	2,13	0,80	1,25	0,87	1,15	1,70	0,59
D	0,38	2,63	0,80	1,25	0,60	1,67	1,70	0,59
E	0,33	3,03	0,60	1,67	0,60	1,67	1,70	0,59
F	0,28	3,57	0,45	2,22	0,50	2,00	1,70	0,59
G	0,28	3,57	0,40	2,50	0,39	2,56	1,70	0,59
H	0,25	4,00	0,30	3,33	0,32	3,13	1,70	0,59
I	0,25	4,00	0,35	2,86	0,32	3,13	1,70	0,59

*U: flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento.

*Rt: oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción. Corresponde al inverso de la transmitancia térmica.

Los aislantes térmicos especificados en las soluciones constructivas deberán cubrir en forma continua el máximo de la superficie del complejo de techumbre, muros perimetrales, piso ventilado o sobrecimiento, procurando la continuidad de la envolvente térmica, la que solo podrá interrumpirse por elementos de la estructura o por las redes o canalizaciones de las instalaciones.

Alternativamente a la Tabla n°1, se podrá cumplir con la resistencia térmica R100 mínima del material aislante térmico, según lo indicado en la Tabla siguiente.

Tabla n°2

ZONA TÉRMICA	COMPLEJO DE TECHUMBRE	COMPLEJO DE MUROS PERIMETRALES	COMPLEJO DE PISO VENTILADO
	R100(*)	R100(*)	R100(*)
	[(m ² K)/W]x100	[(m ² K)/W]x100	[(m ² K)/W]x100
A	119	48	28
B	213	125	143
C	213	125	115
D	263	125	167
E	303	167	167
F	357	222	200
G	357	250	256
H	400	333	313
I	400	286	313

(*) Según la norma NCh 2251: R100 = valor equivalente a la Resistencia Térmica (m²K/W) x 100.

2. COMPLEJO DE ELEMENTOS TRASLÚCIDOS O VENTANAS.

El complejo de elementos traslúcidos o complejo de ventanas de las viviendas, según su orientación y valor de transmitancia térmica U, deberán tener un porcentaje de superficie igual o menor al indicado en la Tabla n°3, para la zona térmica de emplazamiento.

Cuando la edificación posea menos del 60% de la superficie total de los muros perimetrales expuesta al ambiente exterior, a espacios contiguos abiertos o a recintos no acondicionados, solo le será aplicable la exigencia de porcentaje indicado para la Orientación Global Teórica ("OGT"). El porcentaje obtenido para la orientación OGT se aplicará al total de los paramentos verticales que componen la envolvente y podrá distribuirse entre los muros perimetrales expuestos al ambiente exterior, a espacios contiguos abiertos o recintos no acondicionados.

Tabla n°3

Porcentaje máximo permitido de superficie de ventanas según orientación y valor U.

ZONA TÉRMICA	ORIENTACIÓN	% MÁXIMO V/S TRANSMITANCIA TÉRMICA "U" DE LA VENTANA											
		≤0,6	≤0,8	≤1,2	≤1,6	≤2,0	≤2,4	≤2,8	≤3,2	≤3,6	≤4,0	≤4,4	≤5,8
A	Norte	100%	100%	100%	100%	100%	98%	97%	95%	94%	91%	88%	50%
	O - P	100%	100%	99%	96%	94%	91%	87%	84%	80%	75%	69%	30%
	Sur	94%	93%	91%	89%	85%	82%	78%	74%	69%	63%	57%	25%
	OGT	54%	53%	52%	51%	50%	49%	48%	46%	44%	42%	40%	25%
B	Norte	100%	99%	98%	97%	96%	94%	92%	90%	88%	85%	82%	30%
	O - P	92%	91%	89%	87%	84%	81%	78%	75%	71%	66%	60%	20%
	Sur	86%	84%	81%	78%	75%	71%	68%	64%	59%	54%	47%	10%
	OGT	52%	51%	49%	47%	46%	45%	43%	42%	40%	38%	35%	10%
C	Norte	96%	95%	94%	93%	91%	90%	88%	85%	83%	79%	75%	40%
	O - P	82%	81%	79%	77%	75%	72%	69%	66%	62%	58%	52%	35%
	Sur	75%	73%	70%	67%	64%	61%	58%	54%	49%	44%	38%	15%
	OGT	47%	46%	45%	44%	42%	41%	39%	37%	35%	33%	30%	15%
D	Norte	94%	93%	91%	89%	87%	85%	83%	80%	77%	73%	69%	25%
	O - P	73%	72%	70%	68%	65%	63%	60%	57%	53%	49%	44%	15%
	Sur	62%	61%	59%	57%	54%	51%	48%	44%	40%	35%	29%	10%
	OGT	43%	42%	41%	40%	38%	37%	35%	33%	31%	28%	25%	10%
E	Norte	90%	89%	87%	85%	83%	80%	78%	75%	71%	67%	61%	10%
	O - P	63%	62%	60%	58%	56%	54%	51%	48%	45%	41%	35%	8%
	Sur	51%	50%	48%	46%	44%	41%	38%	35%	31%	26%	20%	5%
	OGT	39%	38%	37%	36%	34%	32%	30%	28%	26%	23%	19%	5%
F	Norte	88%	86%	83%	80%	78%	76%	73%	69%	65%	60%	54%	0%
	O - P	54%	53%	51%	49%	47%	45%	42%	40%	36%	32%	27%	0%
	Sur	41%	40%	38%	36%	34%	31%	28%	25%	21%	17%	12%	0%
	OGT	36%	35%	33%	31%	30%	28%	26%	24%	21%	17%	13%	0%
G	Norte	84%	82%	79%	76%	74%	71%	67%	64%	59%	54%	46%	0%
	O - P	43%	42%	41%	40%	38%	36%	34%	31%	28%	24%	20%	0%
	Sur	31%	30%	28%	26%	24%	21%	19%	16%	13%	8%	0%	0%
	OGT	32%	31%	29%	27%	26%	24%	21%	19%	16%	12%	0%	0%
H	Norte	77%	76%	74%	72%	69%	66%	62%	58%	53%	47%	38%	0%
	O - P	34%	33%	32%	31%	29%	27%	25%	23%	20%	16%	12%	0%
	Sur	30%	29%	27%	25%	23%	20%	18%	15%	12%	7%	0%	0%
	OGT	31%	30%	28%	26%	25%	23%	20%	18%	15%	11%	0%	0%
I	Norte	75%	73%	70%	67%	64%	61%	57%	52%	46%	39%	30%	0%

	O - P	43%	42%	41%	40%	38%	36%	34%	31%	28%	24%	20%	0%
	Sur	28%	27%	25%	23%	21%	18%	16%	13%	10%	5%	0%	0%
	OGT	29%	28%	26%	24%	23%	21%	18%	16%	13%	10%	0%	0%

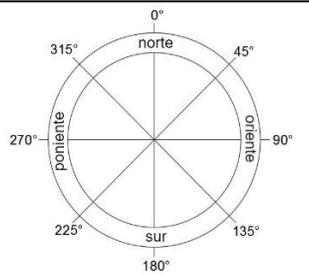
Para determinar el porcentaje máximo de superficie de ventanas permitido según la orientación del proyecto, se deberá realizar el siguiente procedimiento:

- a) Identificar las orientaciones correspondientes a los paramentos verticales de la envolvente térmica. Determinar la orientación predominante para cada muro perimetral de la vivienda a partir de la dirección normal, que corresponde a la línea imaginaria perpendicular al plano de fachada, expresada en grados sexagesimales. La dirección 0° estará definida por el norte geográfico, por lo que las orientaciones estarán limitadas de acuerdo con lo establecido en la Tabla n°4.

Tabla n°4

Definición de orientaciones de los muros perimetrales.

ORIENTACIÓN	RANGO
NORTE	Mayor o igual a 315° y menor que 45°
ORIENTE	Mayor o igual a 45° y menor que 135°
SUR	Mayor o igual a 135° y menor que 225°
PONIENTE	Mayor o igual a 225° y menor que 315°



- b) Identificar el porcentaje máximo permitido de superficie de ventana por orientación, según valor U del complejo de ventanas conforme a Tabla n°3. En el caso que el proyecto de arquitectura considere ventanas de distinto valor U en una misma orientación, el porcentaje máximo permitido de superficie de ventanas corresponderá al de la ventana de mayor valor U de dicha orientación.
- c) Determinar la superficie de los paramentos verticales de la envolvente térmica por orientación. La superficie por orientación a considerar para este cálculo corresponderá a la suma de las superficies interiores de todos los paramentos verticales perimetrales identificados para cada orientación, incluyendo muros medianeros.
- d) Determinar la superficie máxima de ventana permitida por orientación, según la siguiente fórmula:

$$SMV = StPV * \frac{\%mV}{100\%}$$

Donde:

SMV = superficie máxima de ventana (m^2)

StPV = superficie total de paramentos verticales (m^2)

%mV = porcentaje máximo de ventana (%)

- e) Determinar la superficie de ventanas por orientación del proyecto, correspondiente a la suma de la superficie de vanos de los paramentos verticales identificados para cada orientación. Las superficies de ventanas obtenidas deberán ser igual o menor a la superficie máxima determinada de conformidad con lo establecido en la letra d) precedente, para cada orientación.

Todo complejo de ventanas en techumbre de viviendas ubicadas entre la zona térmica B a I, ambas inclusive, cuyo plano tenga una inclinación de 60° sexagesimales o menos, medidos desde la horizontal, deberá tener una transmitancia térmica igual o menor a 3,6 W/(m^2K).

De manera alternativa a las exigencias establecidas en la Tabla n°3, y para las zonas térmicas B a I (ambas inclusive), se podrá optar por el valor de transmitancia térmica ponderada máxima de los complejos de ventanas y muros perimetrales " U_{pvm} ", según lo establecido en la Tabla n°5.

Tabla n°5

Valor U ponderado máximo del complejo de ventanas y del complejo de muros perimetrales según orientación y valor U de ventana, para cada zona térmica.

ZONA TÉRMICA	ORIENTACIÓN	Upvm [W/m²K] SEGÚN TRANSMITANCIA TÉRMICA "U" DE VENTANA								
		≤0,6	≤0,8	≤1,2	≤1,6	≤2,0	≤2,4	≤2,8	≤3,2	≤3,6
B	Norte	na	na	1,19	1,58	1,95	2,30	2,64	2,96	3,26
	O - P	na	na	1,16	1,50	1,81	2,10	2,36	2,60	2,79
	Sur	na	na	1,12	1,42	1,70	1,94	2,16	2,34	2,45
C	Norte	na	na	1,18	1,54	1,89	2,24	2,56	2,84	3,12
	O - P	na	na	1,12	1,42	1,70	1,95	2,18	2,38	2,54
	Sur	na	na	1,08	1,34	1,57	1,78	1,96	2,10	2,17
D	Norte	na	na	1,16	1,51	1,84	2,16	2,46	2,72	2,96
	O - P	na	na	1,08	1,34	1,58	1,81	2,00	2,17	2,28
	Sur	na	na	1,04	1,26	1,45	1,62	1,76	1,86	1,92
E	Norte	na	0,78	1,12	1,45	1,76	2,04	2,32	2,55	2,73
	O - P	na	0,72	0,96	1,18	1,38	1,57	1,72	1,85	1,95
	Sur	na	0,70	0,89	1,06	1,22	1,34	1,44	1,51	1,53
F	Norte	0,58	0,75	1,07	1,37	1,66	1,93	2,17	2,35	2,50
	O - P	0,53	0,64	0,83	1,01	1,18	1,33	1,44	1,55	1,58
	Sur	0,51	0,59	0,74	0,86	0,98	1,05	1,11	1,14	1,11
G	Norte	0,57	0,73	1,03	1,31	1,58	1,82	2,01	2,19	2,29
	O - P	0,49	0,57	0,73	0,88	1,01	1,12	1,22	1,27	1,30
	Sur	0,46	0,52	0,62	0,71	0,78	0,82	0,86	0,85	0,82
H	Norte	0,53	0,68	0,97	1,24	1,47	1,69	1,85	1,98	2,05
	O - P	0,40	0,47	0,59	0,70	0,79	0,87	0,93	0,97	0,96
	Sur	0,39	0,45	0,54	0,63	0,69	0,72	0,75	0,74	0,70
I	Norte	0,54	0,68	0,95	1,19	1,41	1,60	1,75	1,83	1,85
	O - P	0,46	0,54	0,70	0,85	0,98	1,09	1,18	1,23	1,26
	Sur	0,42	0,47	0,56	0,64	0,70	0,72	0,74	0,72	0,68

En el caso que el proyecto considere ventanas de distinto valor de transmitancia térmica U en una misma orientación, el U_{pvm} se determinará utilizando el valor U mayor de las ventanas de dicha orientación.

El valor U de la solución constructiva de muro deberá cumplir las exigencias de valor U máximo indicado en la Tabla n°1, para la zona térmica en la que se ubica el proyecto.

Para determinar el valor de U_{pvm} máximo permitido por orientación se deberá realizar el siguiente procedimiento:

- a) Identificar las orientaciones correspondientes a los paramentos verticales de la envolvente térmica. Se deberá determinar la orientación predominante para cada muro perimetral de la unidad habitacional a partir de la dirección normal, que corresponde a la línea imaginaria perpendicular al plano de fachada, expresada en grados sexagesimales. La dirección 0° estará definida por el norte geográfico, por lo que las orientaciones estarán limitadas de acuerdo a lo establecido en la Tabla n°4.

- b) Determinar la superficie de los paramentos verticales de la envolvente térmica por orientación. La superficie por orientación a considerar para este cálculo corresponderá a la suma de las superficies interiores de todos los paramentos verticales perimetrales identificados para cada orientación, excluyendo medianeros.
- c) Determinar la superficie de ventanas por orientación de la vivienda, correspondiente a la suma de la superficie de vanos de los paramentos verticales identificados para cada orientación.
- d) Determinar el valor de U_{pvm} máximo permitido por orientación, según la siguiente fórmula:

$$U_{pvm} = \frac{(Um * Sm) + (Uv * Sv)}{(Sm + Sv)}$$

Donde:

U_{pvm} = transmitancia térmica ponderada ventana y muro

Um = transmitancia térmica de muro $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$

Sm = superficie de muro (m^2)

Uv = transmitancia térmica de ventana $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$

Sv = superficie de ventana (m^2)

El resultado de U_{pvm} obtenido según la fórmula anterior, para cada orientación, deberá ser igual o menor al indicado en la Tabla n°5, para la zona térmica en la que se ubica el proyecto.

3. SOBRECIMENTOS.

Los sobrecimientos de las viviendas deberán incorporar la partida de aislación térmica, en la cual el material aislante deberá tener un R100 igual o superior a la indicada en la Tabla n°6, para la zona térmica de emplazamiento.

Si no se contempla sobrecimiento, el elemento que cumpla la función de separar el nivel de piso terminado de la edificación y sus muros perimetrales del nivel del terreno, deberá cumplir esta misma exigencia.

Tabla n°6.

Resistencia térmica R100 mínima del material aislante térmico utilizado en los sobrecimientos de pisos sobre el terreno.

ZONA TÉRMICA	AISLACIÓN TÉRMICA DE SOBRECIMIENTO
	R100*
	$[(m^2K)/W]x100$
A	-
B	45
C	45
D	45
E	45
F	91
G	91
H	91
I	91

(*) Según la norma NCh 2251: R100 = valor equivalente a la Resistencia Térmica $(m^2K/W) \times 100$.

Los aislantes térmicos deberán ser instalados por el exterior, cubriendo el sobrecimiento (o el elemento que corresponda) desde el nivel de piso terminado hasta el hombro de la fundación, o bien desde el nivel de piso terminado hasta 30 cm bajo el nivel de terreno.

4. CONDENSACIÓN SUPERFICIAL E INTERSTICIAL.

En los complejos de techo, muros perimetrales y pisos ventilados de las viviendas se deberá acreditar que no existe riesgo de condensación superficial e intersticial a menos de 76% de humedad relativa del ambiente interior. El análisis será realizado mediante la herramienta de cálculo de riesgo de condensación Minvu, la cual se basa en el método numérico de la NCh 1973.

El diseño de la solución constructiva debe permitir que el vapor de agua que ingrese al complejo constructivo pueda salir al ambiente exterior.

5. INFILTRACIONES DE AIRE.

5.1. La envolvente térmica de las viviendas deberá tener una clase de infiltración de aire medido a 50 Pa igual o menor a la señalada en la Tabla n°7, para la provincia de emplazamiento.

Tabla n°7

Clase de infiltración de aire máxima para la envolvente térmica de las viviendas, excluyendo de ésta los complejos de puerta y ventana.

Provincia	Clase de
	Infiltración de aire
	50 Pa
Arica, Iquique, Tocopilla, Chañaral, Isla de Pascua	---
Parinacota, Tamarugal, El Loa, Coyhaique, Aysén, General Carrera, Capitán Prat, Última Esperanza, Magallanes, Tierra del Fuego, Antártica Chilena	4,00
Copiapó, Limarí, Los Andes, Valparaíso, Santiago, Cordillera, Maipo, Melipilla, Talagante, Cachapoal, Cardenal Caro, Colchagua, Talca, Concepción, Arauco, Malleco, Cautín, Valdivia, Ranco, Osorno, Llanquihue, Palena, Chiloé	5,00
Antofagasta, Huasco, Elqui, Choapa, Petorca, Quillota, San Felipe de Aconcagua, San Antonio, Marga Marga, Chacabuco, Curicó, Linares, Cauquenes, Diguillín, Punilla, Itata, Biobío	8,00

Nota: La clase de infiltración será medida excluyendo (sellando) los dispositivos de ventilación, las puertas y las ventanas.

Para acreditar la clase de infiltración de aire máxima de la envolvente térmica, se podrá optar entre las siguientes alternativas:

1. Informe de Ensayo en terreno, realizado conforme al procedimiento indicado en la NCh 3295, elaborado por el arquitecto del proyecto, un profesional competente o especialista, con inscripción vigente en el Registro de Consultores del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el D.S. N°135, de 1978 (V. y U.) y sus modificaciones, o por un laboratorio con Inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el D.S. N°10 (V. y U.), de 2002 y sus modificaciones.

El ensayo se aplicará a una muestra representativa, según el protocolo indicado por DITEC.

2. Mediante la especificación de una solución constructiva determinada en la partida de sellos de las Especificaciones Técnicas, en:
 - encuentros entre marcos y vanos de puertas y ventanas.
 - uniones de elementos de distinta materialidad.
 - uniones de elementos de una misma materialidad.
 - perforaciones de todas las instalaciones.
 - encuentro de solera inferior con su elemento de soporte.

- encuentro de solera superior con su elemento de soporte.
- dispositivos de ventilación.
- ductos de evacuación de gases.
- otros encuentros o uniones similares.

5.2. Los complejos de ventanas y de puertas opacas en las viviendas deberá tener una clase de permeabilidad al aire, medido a 100Pa, igual o mayor a la señalada en la Tabla n°8, para la zona térmica de emplazamiento.

Tabla n°8

Clase de Permeabilidad al aire mínima para complejos de puerta y ventana.

Zona Térmica	Clase de Permeabilidad al aire
	100Pa
A	---
B	1
C	1
D	2
E	2
F	2
G	3
H	3
I	3

Nota: Las Clases de Permeabilidad al aire señaladas en la Tabla n°8 se encuentran definidas en la norma chilena NCh 3296 y corresponden a la Clasificación final del elemento ensayado según la NCh 3297.

Para acreditar la Clase de Permeabilidad al aire mínima del complejo de puertas opacas y del complejo de ventanas se podrá optar entre las siguientes alternativas:

1. Informe de Ensayo, realizado conforme al procedimiento indicado en la NCh 3296 y NCh 3297, otorgado por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el D.S. N° 10, (V. y U.), de 2002 y sus modificaciones, demostrando el cumplimiento de la Clasificación final de Permeabilidad al aire del complejo de ventanas y puertas opacas de la edificación.
2. Adopción de un elemento constructivo de puerta y ventana que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

6. VENTILACIÓN

Las viviendas deberán contar con un sistema de ventilación que asegure los caudales mínimos indicados en las NCh 3308 y NCh 3309. Para cumplir dichos caudales, el sistema de ventilación deberá considerar sistemas mecánicos de extracción del aire con control de higrostató en baños y cocina, y dispositivos de ingreso de aire pasivos o mecánicos en dormitorios, estar y comedor.

Para acreditar la exigencia antes mencionada se podrá utilizar la ficha "V1, Solución sistema de ventilación continua tipo mixta extracción mecánica e inyección pasiva" del MINVU.

ANEXO

Adjuntos:

- Zonas térmicas_DITEC
- Ficha V1, Solución sistema de ventilación continua tipo mixta extracción mecánica e inyección pasiva

Las herramientas digitales para realizar análisis de condensación, cálculo de U de ventanas y las fichas de ventanas y puertas se encuentran disponibles en:
<https://www.minvu.gob.cl/ditec/>