UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
VALPARAISO - CHILE

“IMPACTO EN LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN PRODUCTO DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA NORMATIVA TÉRMICA.”

DALTON GABRIEL CHACÓN BOBADILLA

DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
VALPARAISO – CHILE

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE CONSTRUCTOR CIVIL

PROFESOR GUÍA
SERGIO CARMONA MALATESTA

OCTUBRE - 2026

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: "IMPACTO EN LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN PRODUCTO DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA NORMATIVA TÉRMICA"

Nombre del candidato(a): Dalton Gabriel Chacón Bobadilla

Carrera / Grado: Construcción Civil

Campus: Casa Central, Valparaíso. **Departamento:** Obras Civiles

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Sergio Carmona Malatesta, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

_____

_____

_____

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: ____09-11-2025_____ **Firma:** _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: ____09-11-2025_____ **Firma:** _____

Resumen

La necesidad de reducir el consumo de energía y mejorar el confort térmico de las viviendas ha adquirido una creciente relevancia en Chile. Previo a su modificación, la normativa que regulaba el acondicionamiento térmico de edificaciones habitacionales se encontraba contenido en el artículo 4.1.10 y 4.1.10 bis de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) (MINVU, 1992; 2024), vigente desde el Decreto Supremo N°192/2006.

Sin embargo, el escenario normativo se actualizó con la publicación del Decreto Supremo número 15/2021 (publicado en D.O el año 2024), el cual reemplaza la versión existente del artículo 4.1.10 y 4.1.10 bis de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

Esta actualización introduce nuevas definiciones, mayores exigencias y un marco transitorio que establece su entrada en vigencia a partir de noviembre de 2025. Este cambio marca el inicio de la denominada Reglamentación Térmica 3.0, que prepara la transición hacia estándares de eficiencia energética más altos y compatibles con la nueva obligatoriedad de la Calificación Energética de Viviendas (CEV).

En este contexto, la incorporación de mayores exigencias térmicas podría generar incrementos en costos asociados a materiales, sistemas constructivos y costos en las etapas de diseño y elaboración de documentación para aprobación de permisos de edificación.

Esta memoria propone tomar un caso de estudio en la Región Metropolitana para analizar los impactos de la nueva normativa térmica en el costo de un proyecto inmobiliario de departamentos con destino habitacional. Abarcando los impactos en costos directos de construcción de las partidas específicas que se ven involucradas en la envolvente térmica y su relación con el presupuesto general de obra.

Abstract

The need to reduce energy consumption and improve the thermal comfort of housing has become increasingly relevant in Chile. Prior to its amendment, the regulation governing the thermal conditioning of residential buildings was contained in Articles 4.1.10 and 4.1.10 bis of the General Ordinance of Urban Planning and Construction (*Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*, OGUC) (MINVU, 1992; 2024), in force since Supreme Decree No. 192/2006.

However, the regulatory framework was updated with the publication of Supreme Decree No. 15/2021 (published in 2024), which replaces the existing version of Articles 4.1.10 and 4.1.10 bis of the OGUC.

This update introduces new definitions, more stringent requirements, and a transitional framework that took effect in November 2025. This change marks the beginning of the so-called Thermal Regulation 3.0 (*Reglamentación Térmica 3.0*), which paves the way for the transition toward higher energy efficiency standards, consistent with the newly mandatory Residential Energy Rating (*Calificación Energética de Viviendas*, CEV).

In this context, the incorporation of stricter thermal requirements could lead to cost increases associated with materials, construction systems, and the design and documentation stages required for building permit approval.

This thesis proposes a case study in the Santiago Metropolitan Region to analyze the impact of the new thermal regulation on the cost of a residential apartment development project. The analysis addresses the impact on the direct construction costs of the specific line items involved in the building's thermal envelope, as well as their relationship to the overall construction budget.

Glosario

Transmitancia térmica (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.

Resistencia térmica (R): Oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción. Corresponde al inverso de la transmitancia térmica.

Envolvente térmica: Conjunto de elementos constructivos que separan el ambiente interior del exterior de una edificación, tales como muros, techumbre, pisos ventilados, ventanas y puertas.

Reglamentación Térmica (RT): Conjunto de exigencias normativas establecidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones que regulan el comportamiento térmico de las edificaciones con el objetivo de mejorar la eficiencia energética y el confort interior de las viviendas.

Eficiencia energética: Capacidad de una edificación para mantener condiciones adecuadas de confort térmico utilizando la menor cantidad posible de energía para calefacción o climatización.

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

Confort térmico: Condición ambiental interior en la cual las personas perciben una sensación térmica adecuada, considerando temperatura, humedad, ventilación y radiación térmica.

Calificación Energética de Viviendas (CEV): Sistema de evaluación que clasifica el desempeño energético de una vivienda mediante una etiqueta que informa su consumo energético estimado y su eficiencia comparativa.

Zonificación térmica: División del territorio nacional en zonas climáticas que determinan los requisitos mínimos de aislación térmica y comportamiento energético que deben cumplir las edificaciones.

Puentes térmicos: Zonas localizadas de la envolvente donde la resistencia térmica es menor que en el resto del elemento constructivo, generando mayores pérdidas de calor.

Piso ventilado: Elemento constructivo ubicado sobre un espacio ventilado o cámara de aire, cuya aislación térmica es regulada para evitar pérdidas de calor hacia el exterior.

Permeabilidad al aire: Capacidad de un elemento constructivo, como una ventana o puerta, para permitir el paso de aire cuando se encuentra cerrado y sometido a presión.

Clase de infiltración: Categoría que define el nivel máximo permitido de filtración de aire en elementos de la envolvente de acuerdo con estándares normativos.

Condensación superficial: Fenómeno que ocurre cuando el vapor de agua presente en el aire se transforma en agua líquida sobre la superficie de un elemento constructivo debido a diferencias de temperatura.

Condensación intersticial: Condensación que se produce dentro de las capas de un elemento constructivo, lo que puede generar deterioro de materiales y pérdida de eficiencia térmica.

Orientación Global Teórica (OGT): Orientación que se aplica cuando la edificación posee menos del 60% de la superficie total de los muros perimetrales expuesta al ambiente exterior, a espacios contiguos abiertos o a recintos no acondicionados.

Tabla de contenido

Capítulo I – 1.1 Introducción 11

1.2 Objetivos Generales 12

1.3 Objetivos Específicos 12

Capítulo II - Exigencias de acondicionamiento térmico previo a la modificación de los Artículos 4.1.10 y 4.1.10 bis. 12

2.1 Criterios de cálculo 16

Capítulo III - Actualización del Artículo 4.1.10 y 4.1.10 bis de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) 17

3.1 Promulgación y alcances de la nueva norma 17

3.2 Nuevas expresiones e incorporación de nuevas definiciones en el artículo 4.1.10. . 17

3.3 Actualización de la Zonificación Térmica 18

3.4 Nuevas exigencias de Transmitancia Térmica y Resistencia Térmica para Complejos de Techumbre, muros perimetrales, pisos ventilados y puertas opacas 19

3.5 Nuevas exigencias de Transmitancia Térmica y Resistencia Térmica para Complejo de Ventanas. 21

3.6 Nuevas incorporaciones como exigencias para cumplimiento de la actualización del artículo 4.1.10, Sobrecimientos, condensación superficial e intersticial y ventilación. . 23

3.7 Calificación Energética de Viviendas y su relación con la actualización del artículo 4.1.10 de la OGUC 24

3.8 Comparación General entre las versiones anterior y actualizadas del Artículo 4.1.10 25

Capítulo IV - Caso de Estudio: Identificación de diferencias de costos de construcción de un proyecto de edificación habitacional, en la Región Metropolitana. 27

4.1 Contexto y justificación del caso de estudio 27

4.2 Características Generales del Caso de Estudio 28

4.3 Especificaciones técnicas y de diseño del caso de estudio. 29

4.4 Cálculo de Transmitancias Térmicas para la envolvente térmica de los elementos de la Tabla N°6. 31

4.5 Propuestas de mejoramiento para cumplimiento de la nueva normativa térmica. .. 37

4.6 Constatación de cumplimiento de nuevas exigencias de condensación 49

4.6.1 Complejo de Muros perimetrales: 49

4.6.2 Complejo de Pisos Ventilados 52

4.7 Constatación de cumplimiento de nuevas exigencias de infiltración de aire. 54

4.8 Exigencias de ventilación 56

4.9 Valorización y Comparativo de las partidas identificadas con mayor incidencia en el presupuesto de obra. 56
4.9.1 Comparativo de precios unitarios de Complejo Muros Perimetrales 57
4.9.2 Comparativo de precios unitarios de Complejo de Ventanas 58
4.9.3 Comparativo de precios unitarios de Complejo de Puertas Opacas 60
4.9.4 Comparativo de precios unitarios de Complejo de Pisos Ventilados 60
4.9.5 Comparativo de precios unitarios de Tabiques 61
4.10 Estimaciones de la Industria 61
Capítulo V - Conclusiones 63
Bibliografía 66
Anexos 67

Índice de Tablas

Tabla N°1: Porcentajes máximos permitidos de superficie de ventanas según orientación y valor “U” para cada zona térmica 21

Tabla N°2: Comparativo de zonas térmicas y exigencias a la envolvente térmica del artículo 4.1.10 antes y después de la modificación..... 25

Tabla N°3: Características generales del proyecto utilizado como Caso de Estudio. 28

Tabla N°4: Especificaciones técnicas de la envolvente térmica del caso de estudio 29

Tabla N°5: Comparativo de especificaciones técnicas del caso de estudio con las exigencias del Artículo 4.1.10 de la O.G.U.C previo a la modificación. 29

Tabla N°6: Comparativo de especificaciones técnicas del caso de estudio con las exigencias del Artículo 4.1.10 actualizado. 30

Tabla N°7: Proporción de Ventanas – Muros verticales, del caso de estudio. 35

Tabla N°8: Transmitancia Térmica exigida para ventanas según orientación y proporción de Ventana – Muro. 35

Tabla N°9: Propuestas de mejoras a especificaciones técnicas de la Envolvente Térmica ... 38

Tabla N°10: Estado de cumplimiento de las especificaciones técnicas propuestas con las exigencias del Artículo 4.1.10 actualizado. 48

Tabla N°11: Comparativo de Precios Unitarios para Complejos de Muros Perimetrales 57

Tabla N°12: Análisis Precio Unitario: Partida Revestimiento EIFS 57

Tabla N°13: Comparativo análisis de Precios Unitarios entre diferentes espesores de EIFS . 58

Tabla N°14: Comparativo de especificaciones de ventanas y puertas vidriadas, caso base y caso mejorado..... 59

Tabla N°15: Diferencia de valores entre proyectos de Ventanas..... 59

Tabla N°16: Comparativo análisis de Precios Unitarios entre puertas del caso base y mejoradas. 60

Tabla N°17: Comparativo análisis de Precios Unitarios entre pisos ventilados del caso base y solución mejorada. 60

Tabla N°18: Variación porcentual del aumento del costo para cada partida que compone la envolvente térmica. 63

Tabla N°19: Incidencia del aumento de costo de cada partida de la envolvente térmica, respecto de costo directo de obra. 64

Índice de Ilustraciones

Ilustración N°1: Esquema de los complejos de la Envolvente Térmica) Fuente: Elaboración Propia). 13

Ilustración°2: Transmitancias Térmicas “U” máximas y Resistencias Térmicas “(Rt)” mínimas para complejos de techumbres, muros y pisos ventilados (MINVU, 1992;2023). 14

Ilustración N°3: Valores Mínimos de R100 para complejos de la envolvente térmica según zona climática (MINVU,1992;2023)..... 14

Ilustración N°4: Porcentajes máximo de superficies vidriadas respecto de parámetros verticales de la envolvente térmica según zona climática (MINVU,1992;2023). 15

Ilustración N°5: Zonificación Térmica Nacional (MINVU,1992;2024) – Plano Nacional de la Zonificación Térmica. 19

Ilustración N°6: Transmitancias Térmicas y Resistencias Térmicas para complejos de techumbre, muros perimetrales, piso ventilado y puertas opacas según nuevas zonas térmicas (MINVU,1992;2024). 19

Ilustración N°7: Resistencia térmica R100 mínima del material aislante térmico en complejos de techumbre, muros perimetrales (MINVU,1992;2024)..... 21

Ilustración N°8: Resistencia Térmica R100 mínima de material para aislación térmica de sobrecimientos (MINVU,1992;2024). 23

Ilustración N°9: Representación de elementos de la envolvente térmica en muros perimetrales 31

Ilustración N°10: Representación de elementos de la envolvente térmica en tabiques 32

Ilustración N°11: Representación de elementos de la envolvente térmica en pisos ventilados. 33

Ilustración N°12: Representación de elementos de la envolvente térmica en cubierta transitable. 34

Ilustración N°13: Ejemplo de mediciones para Tablas N° 7 y N° 8..... 36

Ilustración N°14: Representación de elementos de la envolvente térmica para ventanas. ... 41

Ilustración N°15: Ventana V01: 2660x2260 – DVH 6/12/6..... 41

Ilustración N°16: Ventana V02: 1830x2250 - DVH 6/12/6. 42

Ilustración N°17: Ventana V03 Tipo: 2260x800 – DVH 5/10/5 - Puerta Vidriada para terrazas de departamento en piso tipo. 44

Ilustración N°18: Representación de elementos de la envolvente térmica para puertas opacas. 46

Ilustración 19: Ingreso de datos caso base y proyectado en planilla de cálculo. 50

Ilustración 20: Comparativo de perfiles de presión de vapor y temperatura 51

Ilustración 22: Ingreso de datos caso de estudio en planilla de cálculo para el complejo de pisos ventilados 52

Ilustración 23: Comparativo de perfiles de presión de vapor y temperatura 53

Ilustración 24: Resultados otorgados por planilla de cálculo DICTEC según NCh1973/2014 54

Ilustración 25: Clase de infiltración máxima permitida para la envolvente térmica de las edificaciones, excluyendo los complejos de puertas opacas y ventanas (MINVU,1992;2024). 55

Capítulo I – 1.1 Introducción

El desarrollo inmobiliario en Chile enfrenta actualmente un escenario de transición hacia mayores exigencias de eficiencia energética. En este contexto, la modificación del Artículo 4.1.10 y 4.1.10 bis de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), mediante el Decreto Supremo número 15/2024 cuya entrada en vigencia fue en noviembre de 2025, representa un cambio estructural en la forma en que se regulan las condiciones de acondicionamiento térmico de las edificaciones habitacionales.

La nueva reglamentación incorpora exigencias que amplían significativamente el alcance técnico del diseño y la ejecución de los proyectos. Entre los principales avances se encuentran un mayor nivel de exigencia en el desempeño térmico de ventanas y elementos opacos, aumentos en las exigencias de la envolvente térmica, incorporación de evaluación de condensaciones, ventilación y un refuerzo en los mecanismos de acreditación ante la Dirección de Obras Municipales, estableciendo la necesidad de presentar memorias de cálculo, informes de ensayo o documentación técnica verificable según los listados oficiales de soluciones constructivas.

El aumento en las exigencias térmicas implica modificaciones en materiales, sistemas constructivos, procesos de ejecución y etapas de diseño adicionales, lo que podría generar variaciones en los costos de construcción y del proyecto. Sin embargo, la magnitud de este impacto no es homogénea, ya que depende de factores como la ubicación geográfica del proyecto, las características del mercado inmobiliario donde está inmerso, sus especificaciones técnicas iniciales y las estrategias adoptadas para dar cumplimiento a la nueva normativa.

En este contexto, resulta fundamental desarrollar estudios que permitan cuantificar de manera objetiva el impacto económico de la nueva reglamentación térmica, comparando escenarios equivalentes de un mismo proyecto bajo distintos marcos normativos. Este tipo de análisis no solo permite dimensionar el sobrecosto asociado a la implementación de las nuevas exigencias, sino también identificar las partidas más incidentes y evaluar la eficiencia de las soluciones adoptadas.

La presente memoria de título se enmarca en esta problemática, proponiendo el análisis comparativo económico de un proyecto inmobiliario habitacional desarrollado bajo la normativa térmica anterior y su adaptación para cumplir con la nueva reglamentación.

1.2 Objetivos Generales

El objetivo principal de esta memoria es evaluar el impacto en los costos directos de construcción de proyectos inmobiliarios provocados por el cambio en la normativa térmica introducido por el DS 15/2024.

1.3 Objetivos Específicos

a) Analizar el marco normativo de acondicionamiento térmico previo a la actualización de la OGUC.

b) Establecer el alcance técnico de las modificaciones del artículo 4.1.10 de la OGUC.

c) Determinar soluciones constructivas que permiten cumplir las nuevas disposiciones de la normativa térmica.

d) Determinar los mayores costos directos provocados por los cambios en la normativa térmica.

Capítulo II - Exigencias de acondicionamiento térmico previo a la modificación de los Artículos 4.1.10 y 4.1.10 bis.

El artículo 4.1.10 y 4.1.10 bis de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) vigente desde el Decreto Supremo N°192/2006 del MINVU, establece las condiciones mínimas de acondicionamiento térmico que deben cumplir las edificaciones con destino habitacional en Chile. Su objetivo principal es reducir las pérdidas de calor en invierno y mejorar la eficiencia energética de la unidad habitacional.

Esta reglamentación fue implementada por el Decreto Supremo N°192/2006 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), complementado con normas chilenas, tales como la NCh 853/07 (INN, 2007), NCh 1079/08 (INN, 2008), que definen los métodos de cálculo, zonas térmicas y los valores de referencia para la resistencia térmica de los materiales.

El artículo 4.1.10 determina que toda vivienda debe diseñarse con una envolvente térmica adecuada, es decir, con materiales y soluciones constructivas que limiten la pérdida de calor hacia el exterior.

La O.G.U.C señala que la envolvente térmica, mostrada en Ilustración N° 1, está compuesta por;

- Muros perimetrales exteriores
- Techumbres o cubiertas
- Pisos ventilados o sobre espacios no calefaccionados
- Vanos (ventanas y puertas exteriores)

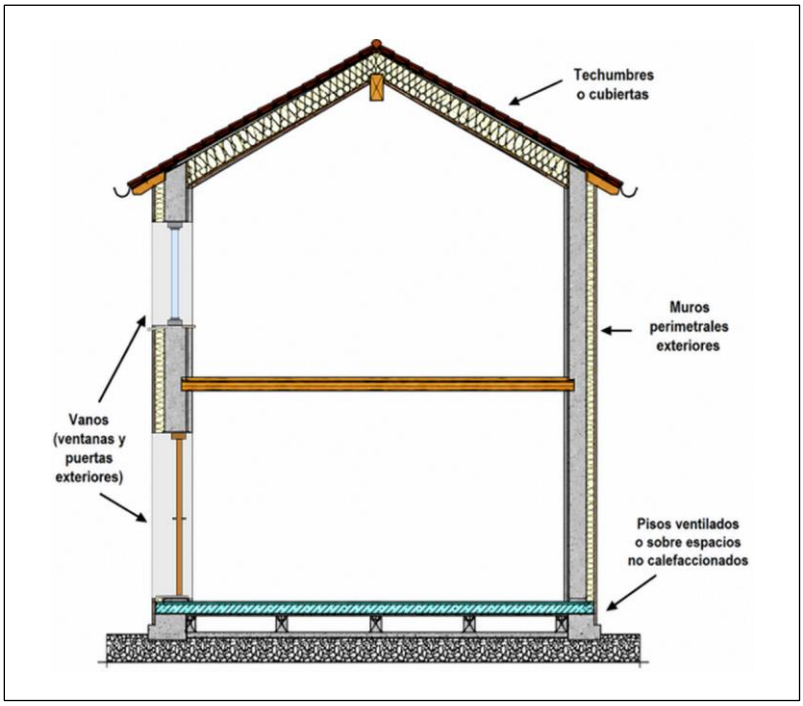


Ilustración N°1: Esquema de los complejos de la Envolvente Térmica) Fuente: Elaboración Propia.

La Ordenanza define estos elementos como;

- **Techumbres:** Define complejo de techumbre al conjunto de elementos constructivos que lo conforman, tales como cielo, cubierta, aislación térmica, cadenetas, vigas.
- **Muros**: Define complejo de muros al conjunto de elementos constructivos que lo conforman y cuyo plano de terminación interior tenga una inclinación de más de 60º sexagesimales, medidos desde la horizontal.
- **Pisos Ventilados:** Se define complejo de piso ventilado al conjunto de elementos constructivos que lo conforman que no están en contacto directo con el terreno. Los planos inclinados inferiores de escaleras o rampas que estén en contacto con el exterior, también se considerarán como pisos ventilados.

Para cada uno de los elementos definidos como parte del a envolvente térmica, la norma establece valores mínimos de resistencia térmica total "(Rt)" o máximos de transmitancia térmica "U" según la zona climática donde se ubique el proyecto, los cuales deben ser igual o superior e igual o inferior de lo indicado respectivamente.

La NCh 1079/08, define las siete zonas geográficas en que se divide el territorio nacional, entregando valores de referencia que se dan en la Ilustración N° 2.

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

Ilustración N°2: Transmitancias Térmicas "U" máximas y Resistencias Térmicas "(Rt)" mínimas para complejos de techumbres, muros y pisos ventilados (MINVU, 1992;2023).

Existen también alternativas para cumplir con las exigencias térmicas, estas pueden ser;

1. Mediante la incorporación de un material aislante etiquetado con el R100 correspondiente a lo indicado en la Ilustración N°3.

Se deberá especificar y colocar un material aislante térmico, incorporado o adosado, al complejo de techumbre, al complejo de muro, o al complejo de piso ventilado cuyo R100 mínimo, rotulado según la norma técnica NCh 2251/10 (INN, 2010), de conformidad a lo indicado en la Ilustración N°3.

ZONA	TECHUMBRE R100(*)	MUROS R100(*)	PISOS VENTILA-DOS R100(*)
1	94	23	23
2	141	23	98
3	188	40	126
4	235	46	150
5	282	50	183
6	329	78	239
7	376	154	295

Ilustración N°3: Valores Mínimos de R100 para complejos de la envolvente térmica según zona climática (MINVU,1992;2023).

(*) Según la NCh2251/10: R100 = valor equivalente a la Resistencia Térmica (m^2K / W) x 100.

2. Mediante un Certificado de Ensayo 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. Nº10/02(MINVU), demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro y piso ventilado.

3. Mediante cálculo, el que deberá ser realizado de acuerdo con lo señalado en la norma NCh 853/07 (INN, 2007), demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica del complejo de techumbre, muro y piso ventilado. Dicho cálculo deberá ser efectuado por un profesional competente.

4. Especificar una solución constructiva para el complejo de techumbre, muro y piso ventilado que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Ventanas: Se considerará complejo de ventana, a los elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda.

Las ventanas tendrán exigencias según su porcentaje máximo de superficie respecto de parámetros verticales, ubicación geográfica y tipo de vidrio según lo indicado en la Ilustración N°4.

ZONA	VENTANAS		
	% MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA RESPECTO A PARAMENTOS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE		
	VIDRIO MONOLÍ-TICO (b)	DVH DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO (c)	
		3.6 W/m²K ≥ U > 2.4 W/m²K (a)	U ≤ 2.4 W/m²K
1	50%	60%	80%
2	40%	60%	80%
3	25%	60%	80%
4	21%	60%	75%
5	18%	51%	70%
6	14%	37%	55%
7	12%	28%	37%

Ilustración N°4: Porcentajes máximo de superficies vidriadas respecto de parámetros verticales de la envolvente térmica según zona climática (MINVU,1992;2023).

Existe también un método alternativo de U ponderado donde se podrá aumentar la superficie de vidrio de la envolvente, los cuales están restringidos para algunas zonas térmicas y según el ítem B, ¨Método Alternativo del U Ponderado¨ descrito en el mismo artículo.

En la práctica, el cumplimiento de estas exigencias debía acreditarse al solicitar el permiso de edificación ante la Dirección de Obras Municipales (DOM). Para ello, se requería la presentación de una serie de antecedentes técnicos:

1. Memoria de cálculo térmico: Documento técnico en el cual se justificaban los valores de Resistencia Térmica "Rt" o Transmitancia Térmica "U" para cada elemento de la envolvente. Este cálculo se realizaba en base a las propiedades térmicas de los materiales (según NCh789/1 y NCh789/2) y al espesor de los componentes constructivos.

2. Planos de arquitectura: Debían incluir detalles constructivos que mostraran la composición de muros, techos y pisos ventilados, junto con la ubicación de aislantes térmicos y espesores de cada capa.

3. Especificaciones técnicas: Documento en el cual se describen los materiales, aislantes, sellos y soluciones constructivas que garantizaban el cumplimiento de los valores normativos.

4. Declaración de cumplimiento: Certificación firmada por el arquitecto responsable, declarando que el proyecto cumplía con el Artículo 4.1.10 OGUC en todos sus elementos.

Una vez ingresados estos documentos, la Dirección de Obras Municipales verifica el cumplimiento en el proceso de revisión del expediente municipal para la obtención del permiso de edificación.

2.1 Criterios de cálculo

El cálculo térmico considera la resistencia térmica total (Rt) de cada elemento, obtenida sumando las resistencias individuales de las capas que lo componen (revestimientos, aislantes, estructuras, cámaras de aire, etc.). El valor de transmitancia térmica (U) se determinaba como el inverso del (Rt), expresada en $\mathrm{W/m^2 \cdot K}$, es decir:

$$U = \frac{1}{Rt} \tag{1}$$

Estos valores se comparan con los umbrales definidos por la OGUC según la zona climática en que se emplaza el proyecto.

Capítulo III - Actualización del Artículo 4.1.10 y 4.1.10 bis de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC)

3.1 Promulgación y alcances de la nueva norma

El 27 de mayo del 2024, se publica en el Diario Oficial el Decreto número 15 que modifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), cuyo texto había sido fijado previamente por DS N° 47/92 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU,1992).

En esta promulgación se reemplazan los artículos 4.1.10. y 4.1.10 Bis por un único nuevo artículo 4.1.10. Esta actualización aumenta las exigencias a techos, muros, pisos ventilados y ventanas, e incluye exigencias a puertas exteriores, sobrecimientos, condensaciones, infiltraciones de aire y ventilación.

Dentro de las principales modificaciones se redefine la envolvente térmica como un sistema continuo y se exige expresamente la continuidad del aislamiento, limitando interrupciones y regulando el tratamiento de encuentros y elementos estructurales.

El alcance de la nueva normativa abarca edificaciones de uso residencial, y de equipamiento de las clases educación y salud, exceptuados los cementerios y crematorios, y es de carácter obligatorio para todo nuevo proyecto que presente solicitud de permiso de edificación cumplir con las nuevas exigencias a partir del 28 de noviembre del 2025.

3.2 Nuevas expresiones e incorporación de nuevas definiciones en el artículo 4.1.10.

El nuevo artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), redefine e incluye nuevos conceptos para la aplicación de sus exigencias, del artículo se deprende lo siguiente;

Complejo de techumbre: Conjunto de elementos constructivos que conforman la techumbre de una edificación, cuyo plano de terminación interior tiene una inclinación de menos de 60° sexagesimales, medidos desde la horizontal. En el caso de mansardas o paramentos inclinados, se considerará complejo de techumbre todo elemento cuyo plano de terminación interior tenga una inclinación de 60° sexagesimales o menos, medidos desde la horizontal.

Complejo de piso ventilado: Conjunto de elementos constructivos que conforman el piso de una edificación y que no están en contacto directo con el terreno. También se considerarán como pisos ventilados los planos horizontales inferiores de recintos cerrados que constituyan una prolongación del espacio interior hacia el exterior y los planos inclinados inferiores de escaleras o rampas cerradas que estén en contacto con el exterior.

Complejo de muros perimetrales: Conjunto de elementos constructivos que conforman los muros de una edificación, cuyo plano de terminación interior tiene una inclinación de más de 60° sexagesimales, medidos desde la horizontal.

Complejo de puertas opacas: Conjunto conformado por el marco de la puerta y la parte opaca de la hoja de esa puerta.

Complejo de ventanas: Conjunto de elementos constructivos que conforman los cerramientos traslúcidos o transparentes de los vanos de una edificación, insertos en los complejos de muros perimetrales, techumbre, piso ventilado y puertas opacas.

Elementos perimetrales: Componentes de la edificación expuestos al ambiente exterior tales como complejos de techumbre, muros perimetrales, piso ventilado, puertas opacas y ventanas, y sobrecimiento en una edificación.

Envolvente térmica: Conjunto que forman los elementos perimetrales de una edificación en los cuales se cumplen las exigencias de acondicionamiento térmico señaladas en la OGUC que, a su vez, la separan de un recinto no acondicionado o de elementos del ambiente exterior, tales como terreno, aire, agua, asoleamiento, temperatura, humedad u otros.

Orientación Global Teórica (OGT): Orientación que se aplica cuando la edificación posee menos del 60% de la superficie total de los muros perimetrales expuesta al ambiente exterior, a espacios contiguos abiertos o a recintos no acondicionados.

Puente Térmico: Parte de la envolvente térmica de una edificación en la que su resistencia térmica, normalmente uniforme, se reduce por efecto de un elemento estructural o producto de su geometría.

Recinto acondicionado: Recinto cerrado o un conjunto de ellos, cuya envolvente térmica cumple con los requisitos de acondicionamiento térmico señalados en esta Ordenanza.

3.3 Actualización de la Zonificación Térmica

Para toda nueva exigencia térmica o clasificaciones que se realicen en el nuevo artículo 4.1.10, se tomará como referencia la actualización de las zonas térmicas, pasando del listado de la 1 a la 7, hacia una clasificación alfabética de la A a la I, las cuales están dadas por la actualización de la NCh 1079/22 (INN, 2022), y que se incluyen en la actualización para todos los efectos de la normativa térmica. La Ilustración N°5, muestra la simbología y distribución referencial por regiones.

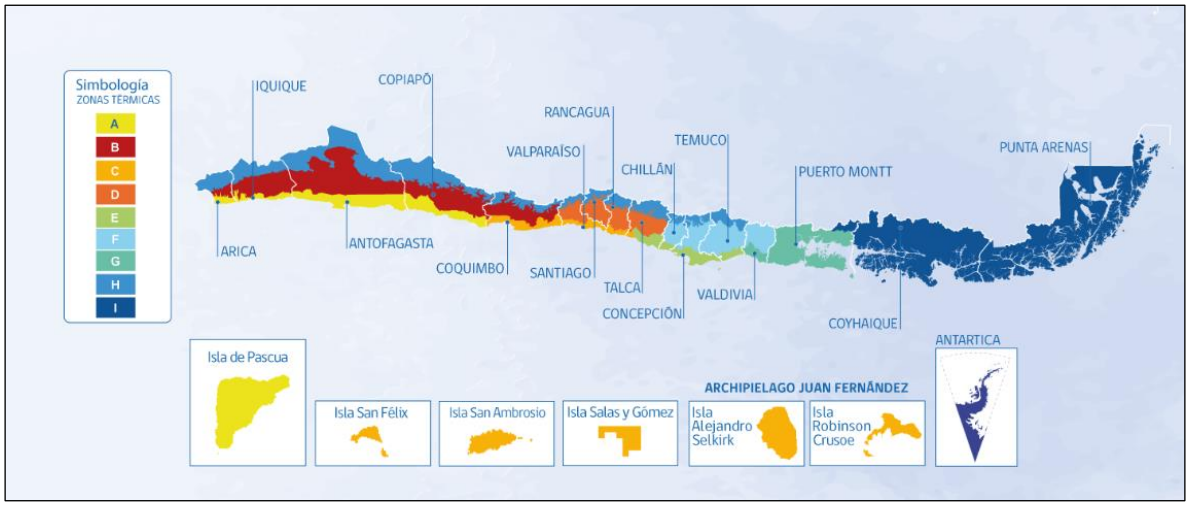


Ilustración N°5: Zonificación Térmica Nacional (MINVU,1992;2024) – Plano Nacional de la Zonificación Térmica.

3.4 Nuevas exigencias de Transmitancia Térmica y Resistencia Térmica para Complejos de Techumbre, muros perimetrales, pisos ventilados y puertas opacas.

Para la actualización de la normativa, se definen nuevas transmitancias térmicas (U) y resistencias térmicas (Rt) las cuales están dadas por la Tabla de la Ilustración N°6 en sus valores igual o mayor e igual o menor respectivamente.

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/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/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.

Ilustración N°6: Transmitancias Térmicas y Resistencias Térmicas para complejos de techumbre, muros perimetrales, piso ventilado y puertas opacas según nuevas zonas térmicas (MINVU,1992;2024).

Esta Ilustración señala las exigencias para los complejos de techumbre, complejos de muros perimetrales, complejos de pisos ventilados, y complejos de puertas opacas, diferenciándolas también por zona térmica bajo la nueva distribución.

La nueva norma detalla exigencias específicas para estos complejos e indica la forma de cumplimiento, tales como; continuidad en los elementos aislantes o soluciones constructivas, máximo cubrimiento de áreas perimetrales y separar elementos en los informes y cálculo según corresponda.

Dentro de las novedades para estos complejos está la inclusión del complejo de puertas opacas, a las cuales, a diferencia de la versión anterior, ahora se les aplican exigencias de transmitancias térmicas (U) según la nueva normativa, y diferencia los elementos traslucidos incluyéndolas en el complejo de ventanas.

Para los complejos mencionado anteriormente, existirán alternativas de cumplimiento de transmitancia térmica (U) máxima y resistencia térmica (Rt) mínima, al igual que en la versión anterior de la normativa, no obstante, deberán cumplir con las nuevas exigencias de la Ilustración N°7. Las formas de cumplimiento son similares y están dadas por;

- Incorporación de un material aislante, rotulado según la norma técnica NCh2251/10 (INN, 2010), que cumpla con una resistencia térmica R100 igual o superior a la señalada en la Ilustración 7, para la zona térmica en la que se ubica el proyecto. En las especificaciones técnicas se deberá indicar el aislante térmico incorporado o adosado al complejo de techumbre, complejo de muros perimetrales o complejo de piso ventilado.

- Informe de Ensayo, con una antigüedad no mayor a 10 años a partir de la fecha de su realización, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica exigida, 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 DS N° 10 de 2002, y sus modificaciones. Para complejos de techumbre, muros perimetrales y piso ventilado, el ensayo debe realizarse conforme al procedimiento indicado en la NCh851/08. Para complejo de puertas opacas el ensayo debe realizarse conforme al procedimiento indicado en la NCh3076-1/08 y NCh3076-2/08.

ZONA TÉRMICA	COMPLEJO DE TECHUMBRE	COMPLEJO DE MUROS PERIMETRALES	COMPLEJO DE PISO VENTILADO
	R100(*)	R100(*)	R100(*)
	[(m²K)/W]x100	[(m²K)/W]x100	[(m²K)/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.

Ilustración N°7: Resistencia térmica R100 mínima del material aislante térmico en complejos de techumbre, muros perimetrales (MINVU,1992;2024).

- Memoria de Cálculo demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica exigida. Para complejos de techumbre, muros perimetrales y piso ventilado el cálculo debe realizarse conforme al procedimiento indicado en la NCh853/21 y NCh3117 según corresponda. Para complejo de puertas opacas, el cálculo debe realizarse conforme al procedimiento indicado en la NCh3137/1 y NCh3137/2.

- Adopción de una solución constructiva inscrita en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

De las formas de cumplimiento presentadas, la opción de la Memoria de Cálculo es la que presenta mayor variación debido a la incorporación de los nuevos elementos como puertas opacas.

3.5 Nuevas exigencias de Transmitancia Térmica y Resistencia Térmica para Complejo de Ventanas.

Para complejos de ventanas, se actualiza la exigencia incorporando aspectos como la orientación, incorporación de las nuevas zonas térmicas y la relación directa entre el porcentaje permitido de superficie máxima de ventanas y la exigencia de transmitancia térmica (U) máxima. Los valores están dados por la Tabla 1.

Tabla N°1: Porcentajes máximos permitidos de superficie de ventanas según orientación y valor “U” para cada zona térmica

Zona	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%

Zona	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
	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%	29%	27%	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%

Fuente: Publicación del Decreto Supremo N°15 del año 2024 en el Diario Oficial de La República de Chile – (MINVU,1992;2024)

Como nueva incorporación, la actualización de la Ordenanza incluye el cálculo del porcentaje máximo de superficie de ventanas permitido según la orientación del proyecto.

Se incorporan también alternativas para casos especiales en edificaciones 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. Para los cuales, de manera alternativa a las exigencias de porcentaje máximo de superficie de ventanas según orientación y valor (U), establecidas en la nueva norma y para las zonas térmicas B a I, se podrá optar por el valor de transmitancia térmica ponderada máxima de los complejos de ventanas y muros perimetrales "Upvm", según la Tabla y cálculo indicados en la actualización.

3.6 Nuevas incorporaciones como exigencias para cumplimiento de la actualización del artículo 4.1.10, Sobrecimientos, condensación superficial e intersticial y ventilación.

Sobrecimientos:

En la nueva normativa térmica, se incorpora material aislante térmico en los sobrecimientos de pisos sobre el terreno en edificaciones los cuales deberán cumplir con las resistencias mínimas dadas por la Ilustración N°8. En caso de no contar con sobrecimientos, 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.

Según la actualización del artículo 4.1.10, para cumplir esta resistencia, y minimizar el puente térmico en el o los pisos en contacto con el terreno, se deberá incorporar un material aislante, rotulado según la norma técnica NCh2251, que cumpla con una resistencia térmica R100 igual o superior a la indicada en la Ilustración N°8.

ZONA TÉRMICA	AISLACIÓN TÉRMICA DE SOBRECIMIENTO R100* [(m²K)/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 (m²K/W) x 100.

Ilustración N°8: Resistencia Térmica R100 mínima de material para aislación térmica de sobrecimientos (MINVU,1992;2024).

Condensación superficial e intersticial:

A diferencia de la versión anterior del artículo 4.1.10 de la OGUC, en la nueva normativa se incorpora de forma obligatoria mediante una Memoria de Cálculo, la verificación de que no

exista riesgo de condensación superficial o intersticial, de acuerdo con lo indicado en la NCh 1973 y la Resolución Exenta N°1802, de fecha 25 de noviembre de 2025.

Según indica la nueva versión del artículo, se debe considerar los puentes térmicos dentro de cálculo de condensación.

Infiltraciones de Aire

Nueva versión del artículo 4.1.10 de la OGUC, incorpora las infiltraciones de aire como exigencia medible para los complejos de la envolvente térmica, de acuerdo de a los valores máximos según se indica en el mismo artículo. El cumplimiento debe ser respaldado ensayos en terreno, conforme a los procedimientos indicados en la NCh3295 elaborado por profesional competente o especialista con inscripción vigente en el Registro de Consultores del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Para los complejos de puertas opacas y ventanas, se tendrá dos alternativas para acreditar la clase de permeabilidad al aire mínima, esto es mediante Informe de Ensayo, realizado conforme al procedimiento indicado en la NCh3296 y NCh3297, 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, o mediante la 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.

Este ítem es uno de los que presenta mayor novedad respecto a la situación anterior a la modificación de la normativa térmica, incorporando nuevos informes requeridos para los proyectos y poder validar ante la Dirección de Obras Correspondiente el cumplimiento.

Ventilación:

Las edificaciones destinadas al uso residencial, exceptuando los hoteles, deberán contar con un sistema de ventilación que asegure una tasa de ventilación no menor a las indicadas en las NCh3308 y NCh3309, según corresponda, y cuyo diseño esté orientado a proveer una calidad de aire interior aceptable. Las tasas de ventilación mínimas se acreditarán mediante un Informe de acreditación de cumplimiento de la tasa de ventilación.

3.7 Calificación Energética de Viviendas y su relación con la actualización del artículo 4.1.10 de la OGUC

Complementario a la actualización de la Ordenanza, se publicó el Manual Técnico para la Calificación Energética de Viviendas (CEV,2025) el cual establece el marco conceptual, técnico y administrativo del sistema CEV en Chile. Define la CEV como un instrumento de evaluación objetiva y estandarizada del requerimiento energético de las viviendas en su etapa de uso, considerando principalmente la demanda de energía para calefacción y enfriamiento,

y de manera complementaria la iluminación y ventilación mecánica. Asimismo, se explicita que, a partir de la Ley N°21.305, la CEV pasa de ser voluntaria a obligatoria para viviendas nuevas desde el 5 de octubre de 2025, tanto para la recepción municipal como para la publicidad inmobiliaria.

La CEV, toma como referencia la actualización del artículo 4.1.10 de la OGUC, para incorporarlo en los procedimientos del manual.

Otro de los puntos de encuentro está dado por el reemplazo del artículo 5.1.6, numeral 11 del inciso primero de la OGUC, donde se incluye como alternativa a los informes de acreditación, Informes de Ensayo, Memoria de Cálculo o detalle de Soluciones Constructivas para el Acondicionamiento Térmico, en el caso de edificaciones destinadas a vivienda, la presentación del Informe de Precalificación Energética, elaborado por un Evaluador con inscripción vigente en el Registro Nacional de Evaluadores Energéticos.

3.8 Comparación General entre las versiones anterior y actualizadas del Artículo 4.1.10

Con el objetivo de identificar las áreas de mayores cambios en la nueva normativa térmica, en la Tabla N° 2 se comparan ambas normas.

Tabla N°2: Comparativo de zonas térmicas y exigencias a la envolvente térmica del artículo 4.1.10 antes y después de la modificación

Ítem	Art. 4.1.10 OGUC previo a Modificación	Nueva Reglamentación Térmica – DS N°15/2024) Art. 4.1.10 Actualizado
Zonificación térmica y exigencias de transmitancia (U) y resistencia (R)	El país estaba dividido en 7 zonas térmicas. Las exigencias de transmitancia térmica (U) y resistencia térmica (R) aplicaban a complejos de techumbre, muros perimetrales, pisos ventilados y elementos vidriados.	El país se divide en 9 zonas térmicas, incorporando variables como oscilación térmica, radiación, influencia marítima, valles centrales y cordillera. Se mantienen exigencias para techumbres, muros y pisos ventilados, y se incorporan complejos de ventanas y puertas opacas como elementos regulados.
Complejo de ventanas	Se consideraba únicamente el tipo de vidriado simple, DVH o Termopanel).	Se evalúa la ventana como sistema completo (marco, vidriado y pérdidas lineales). Además, se incorpora la orientación y un porcentaje máximo

Ítem	Art. 4.1.10 OGUC previo a Modificación	Nueva Reglamentación Térmica – DS N°15/2024) Art. 4.1.10 Actualizado
		de superficie vidriada según orientación y calidad térmica.
Sobrecimientos	No existía exigencia térmica específica para este elemento.	El material aislante del sobrecimiento debe cumplir una resistencia térmica mínima (R100) según NCh2251, dependiendo de la zona térmica del proyecto.
Condensación superficial e intersticial	No se exigía verificación de riesgo de condensación.	Se debe verificar que no exista riesgo de condensación superficial ni intersticial en techumbres, muros y pisos ventilados, conforme a la NCh1973 y condiciones definidas por MINVU. Se exige Memoria de Cálculo para acreditación.
Infiltraciones de aire	No se establecían exigencias específicas de control de infiltraciones.	Las edificaciones residenciales (excepto hoteles) deben cumplir con clases de infiltración y permeabilidad al aire, dependiendo de la provincia. Se diferencian exigencias según condiciones climáticas locales.
Puertas opacas	No tenían exigencias específicas de desempeño térmico ni de permeabilidad al aire.	Los complejos de puertas opacas y ventanas deben cumplir con una clase final de permeabilidad al aire medida según la zona térmica correspondiente.
Ventilación	No existía exigencia normativa específica sobre tasas mínimas de ventilación.	Se exige un sistema de ventilación obligatoria que asegure tasas mínimas conforme a NCh3308 y NCh3309, acreditadas mediante informe técnico, garantizando calidad de aire interior.

Fuente: Elaboración Propia, en base a publicación de Decreto Supremo N°15 del año 2024 en el Diario Oficial de La República de Chile – MINVU.

Del cuadro comparativo, podemos desprender dos grupos de para el caso de estudio; los que tienen exigencias explícitas sobre partidas de mayores volúmenes y materiales de obra, y las que requieren de estudios, informes técnicos para garantizar su cumplimiento.

Ítems de mayor extensión e incidencia en orden decreciente

- Complejo de Muros
- Complejo de Ventanas
- Complejo de Techumbre
- Complejo de pisos Ventilados

Por otra parte, se encuentran los aspectos que tienen relación con comprobaciones de cumplimiento dadas por pruebas, homologaciones y/o declaraciones por parte de profesional competente o calificado según corresponda.

- Puertas Opacas
- Sobrecimientos
- Condensaciones
- Infiltración de Aire
- Ventilación.

Dado que en esta memoria se buscar analizar el impacto económico del cumplimiento de la nueva normativa para un proyecto base. El Capítulo IV se concentrará en el estudio y análisis de los ítems de mayor extensión e incidencia mencionados anteriormente.

Capítulo IV - Caso de Estudio: Identificación de diferencias de costos de construcción de un proyecto de edificación habitacional, en la Región Metropolitana.

4.1 Contexto y justificación del caso de estudio

Según datos de Instituto Nacional de Estadísticas (INE), durante el año 2025, la Región Metropolitana obtuvo el 27,6% de la superficie de viviendas autorizadas a nivel nacional, siendo la región con mayor cantidad de permisos de edificación aprobados. Es por esto, y entendiendo la continuidad en la tendencia al aumento de edificaciones en la principal región del país, es que el caso de estudio se situará en la Región Metropolitana, específicamente en la Comuna de La Florida, siendo esta un polo que sigue emergente en la edificación en altura.

El caso de estudio posee las características necesarias para cumplir con los requerimientos de la normativa térmica previo a su modificación. No obstante, las características técnicas y de diseño no se considerarán como los mínimos para aprobación, sino acorde a las condiciones actuales del mercado, para que, al momento de evaluar la diferencia de costos de construcción, estos sean representativos del momento en el cual se están comparando.

Como se mencionó en los objetivos de esta memoria, se busca analizar las partidas que tengan un peso relevante en los costos de construcción y evaluar su impacto en la medida que se adoptan los nuevos requerimientos de la normativa térmica actualizada. Pero dado que se buscar acercar lo más posible a la realidad, la configuración de cambios tendrá como criterio general, la no modificación de la estructura soportante del proyecto de estudio, entendiendo que puede ser un ítem crítico para considerar como por ejemplo los espesores de muros de hormigón armado perimetrales.

Las alternativas de opciones de aislación térmica, materiales complementarios y soluciones constructivas permiten hacer la evaluación sin alterar dicha partida, más aún cuando los cambios de espesor de muros de hormigón armado podrían alterar el dimensionamiento del proyecto.

4.2 Características Generales del Caso de Estudio

Previo al análisis cuantitativo, se identificarán las especificaciones técnicas de interés térmico y superficies del proyecto base, para posteriormente compararlas con el caso propuesto post normativa y evaluar sus costos. En la Tabla N°3 se muestran detalles de las características de superficies, ubicación, costo directo y composición de tipologías.

Tabla N°3: Características generales del proyecto utilizado como Caso de Estudio.

Característica	Descripción
Ubicación	La Florida, Región Metropolitana
Destino	Habitacional
Número de pisos sobre nivel terreno	17
Número de subterráneos	3
Cantidad total de departamentos	167
Tipologías de departamentos	1 dormitorio 1 Baño (1D+1B) 2 dormitorio 1 Baño (2D+1B) 2 dormitorios 2 Baños (2D+2B)
Rango de precio de venta de unidades	2.300 - 4.600 UF
Superficie total de edificación (m²)	9.879,2
Superficie total Vendible Departamentos (m²)	6.770,2
Superficie total cubierta transitable (m²)	446,62

Característica	Descripción
Superficie total de ventanas (m²)	2.148,28
Superficie de planta tipo (m²)	765,5
Costo Directo de Proyecto (UF)	223.661,95

4.3 Especificaciones técnicas y de diseño del caso de estudio.

Para identificación de punto de partida del análisis, se identificarán las especificaciones del proyecto, especialmente las que tiene relación con la envolvente térmica. En la Tabla N°4, se describen los detalles de la composición de cada complejo de la evolvente térmica.

Tabla N°4: Especificaciones técnicas de la envolvente térmica del caso de estudio

Elemento	Descripción / Características
Zona térmica	Zona 3
Muros perimetrales	Muro de hormigón armado de 200mm con aislación exterior tipo EIFS, de espesor de poliestireno expandido 30mm, exterior pintura y revestimiento de papel mural interior.
Tabiques	Tabique lana de vidrio espesor 40mm densidad 10kg/m³ más exterior aquapanel 12,5mm espesor con interior de yeso cartón 15 mm de espesor
Ventanas	Doble vidrio Hermético con espaciador de 10mm con marco de PVC.
Puertas	No se consultan requerimientos especiales para puerta en aspectos térmicos.
Pisos ventilados	Losa de hormigón armado 180mm de espesor con aislación exterior de poliestireno expandido 50mm espesor y densidad 20kg/m³
Cubierta	Losa de hormigón armado 150mm espesor estructura de cubierta sobre la losa poliestireno expandido, espesor 100mm, densidad 10kg/m³. Relleno sobre losa hormigón, Pavimento Porcelanato 8mm.

Las especificaciones indicadas en la Tabla N° 4 corresponden a los detalles de interés asociados a la envolvente térmica cumpliendo con los criterios de la OGUC antes de la modificación del artículo 4.1.10 y 4.1.10 Bis.

La Tabla N°5 muestra el cumplimiento de las especificaciones técnicas en comparación con las exigencias de la normativa previo a su modificación.

Tabla N°5: Comparativo de especificaciones técnicas del caso de estudio con las exigencias del Artículo 4.1.10 de la O.G.U.C previo a la modificación.

Elemento	U del Elementos	Exigencia U según Art. 4.1.10 Previo a Modificación.	Estado de Cumplimiento
Zona térmica	Zona 3	Zona 3	-
Muros perimetrales	0.93	1,9	Cumple
Tabiques	0,82	1,9	Cumple
Ventanas	3,01	3.6 W/m2K ≥ U > 2.4 W/m2K	Cumple
Puertas	No se consideran	-	-
Pisos ventilados	0,6	0,7	Cumple
Techumbre	0,38	0,47	Cumple

La Tabla N°6, nuestra la comparación de la envolvente térmica del caso de estudio, con las exigencias de la nueva normativa.

Tabla N°6: Comparativo de especificaciones técnicas del caso de estudio con las exigencias del Artículo 4.1.10 actualizado.

Elemento	U de los Elementos	Exigencia U según Art. 4.1.10 Modificado	Estado de Cumplimiento
Zona térmica	Zona D	Zona D	-
Muros perimetrales	0.93	0,8	No Cumple
Tabiques	0,82	0.8	No Cumple
Ventanas	3,01	Según Orientación	-
Puertas	No se consideran	1,7	No Cumple
Pisos ventilados	0,6	0,6	*Cumple
Cubierta	0,38	0,38	*Cumple

*Cumple con el mínimo exigido

El cálculo de las Transmitancias Térmicas “U” para cada elemento esta dado por la fórmula descrita en la NCh853.

$$U = \frac{1}{Rsi + \sum \frac{e}{\lambda} + Rse} \qquad (2)$$

Donde:

Rsi: Resistencia térmica de superficie al interior, (W/m^2KW).

Rse: Resistencia térmica de superficie al exterior, (W/m^2KW).

e: Espesor del material (m)

λ: Conductividad térmica del material, (W/ (m K)).

4.4 Cálculo de Transmitancias Térmicas para la envolvente térmica de los elementos de la Tabla N°6.

Muros Perimetrales:

En la Ilustración N°9 se muestra el esquema del complejo de muros perimetrales, cuyas propiedades térmicas para el cálculo de su transmitancia térmica se dan en la Tabla de Datos A, obteniéndose un $U = 0{,}93\ \mathrm{W/\ m^2\ K}$

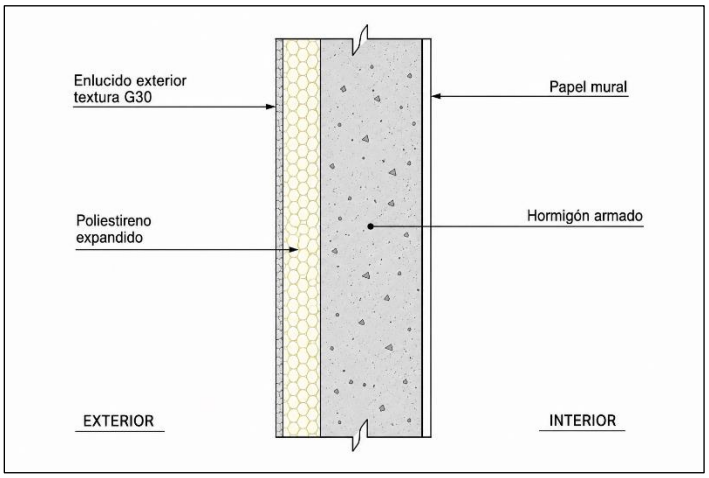


Ilustración N°9: Representación de elementos de la envolvente térmica en muros perimetrales

$$U = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}0004}{0{,}17} + \frac{0{,}03}{0{,}0384} + \frac{0{,}20}{1{,}63} + \frac{0{,}005}{1{,}4} + 0{,}05} = 0{,}93\ \mathrm{W/m^2KW} \qquad (3)$$

A: Cuadro de Datos fórmula para Complejo de Muros Perimetrales:

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior	—	—	0,12
Papel mural	0,0004	0,17	0,0024
Poliestireno expandido	0,03	0,0384	0,7813

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Hormigón armado	0,2	1,63	0,1227
Enlucido exterior textura G30	0,005	1,4	0,0036
Resistencia superficial exterior	—	—	0,05

Tabiques, sin considerar envolvente de sistema EIFS:

En la Ilustración N°10 se muestra el esquema del complejo de tabiques, cuyas propiedades térmicas para el cálculo de su transmitancia térmica se muestran en la Tabla de Datos B, obteniéndose un $U = 0{,}82\ \mathrm{W/\ m^2\ K}$

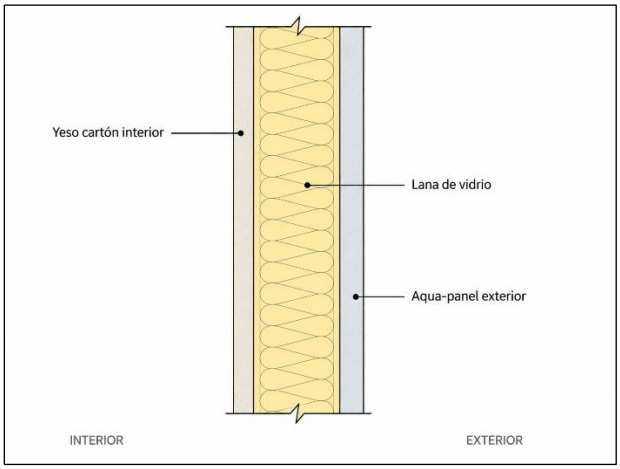


Ilustración N°10: Representación de elementos de la envolvente térmica en tabiques

$$U = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}015}{0{,}24} + \frac{0{,}04}{0{,}042} + \frac{0{,}0125}{0{,}35} + 0{,}05} = 0{,}82\ \mathrm{W/m^2K} \qquad (4)$$

B: Cuadro de Datos fórmula para Complejo de Tabiques:

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior	—	—	0,12
Yeso cartón interior	0,015	0,24	0,0625
Lana de vidrio	0,04	0,042	0,9524
Aqua-panel exterior	0,0125	0,35	0,0357
Resistencia superficial exterior	—	—	0,05

Pisos Ventilados:

En la Ilustración N°11 se muestra el esquema del complejo de pisos ventilados, cuyas propiedades térmicas para el cálculo de su transmitancia térmica se muestran en la Tabla de Datos C, obteniéndose un $U = 0{,}6\ \mathrm{W/\ m^2\ K}$

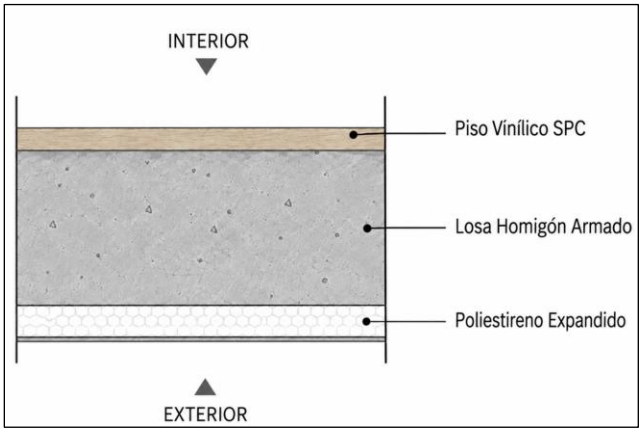


Ilustración N°11: Representación de elementos de la envolvente térmica en pisos ventilados.

$$U = \frac{1}{0{,}17 + \frac{0{,}005}{0{,}25} + \frac{0{,}18}{1{,}63} + \frac{0{,}05}{0{,}0384} + 0{,}05} = 0{,}6\ \mathrm{W/m^2K} \qquad (5)$$

C: Cuadro de Datos fórmula para Complejo de Pisos Ventilados:

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior	—	—	0,17
Piso vinílico SPC	0,005	0,25	0,02
Losa hormigón armado	0,18	1,63	0,1104
Poliestireno Expandido e=50mm	0,05	0,0384	1,5625
Resistencia superficial exterior	—	—	0,05

Cubierta Transitable:

En la Ilustración N°12 se muestra el esquema del complejo de techumbre, cuyas propiedades térmicas para el cálculo de su transmitancia térmica se muestran en la Tabla de Datos D, obteniéndose un $U = 0{,}38\ \mathrm{W/\ m^2\ K}$

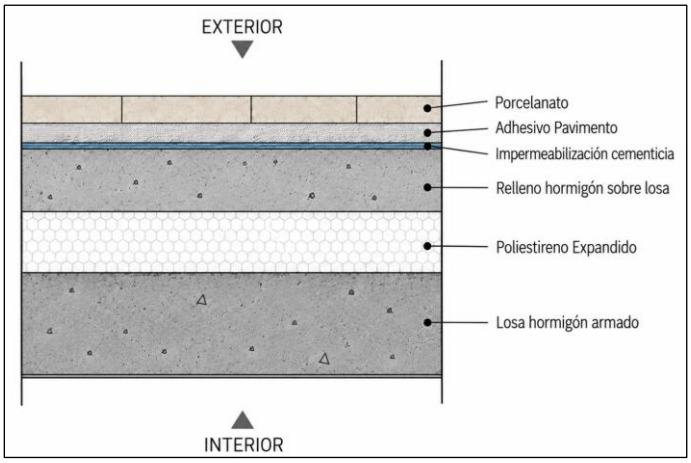


Ilustración N°12: Representación de elementos de la envolvente térmica en cubierta transitable.

$$U = \frac{1}{0{,}1 + \frac{0{,}15}{1{,}63} + \frac{0{,}1}{0{,}043} + \frac{0{,}05}{1{,}63} + \frac{0{,}005}{1{,}4} + \frac{0{,}002}{1{,}4} + \frac{0{,}008}{1{,}3} + 0{,}05} = 0{,}38\ \mathrm{W/m^2K} \quad (6)$$

D: Cuadro de Datos fórmula para Complejo de Techumbre, cubierta transitable.

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior Rsi	—	—	0,1
Losa hormigón armado	0,15	1,63	0,092
Poliestireno expandido 100mm, 10 kg/m³	0,1	0,043	2,3256
Relleno hormigón sobre losa	0,05	1,63	0,0307
Impermeabilizante	0,002	1,4	0,0014
Adhesivo Pavimento	0,005	1,4	0,0036
Porcelanato 8mm	0,008	1,3	0,0062
Resistencia superficial exterior Rse	—	—	0,05

Para el caso de ventanas se debe evaluar el porcentaje máximo de ventanas permitido, así como también la orientación de las unidades. En la Tabla N° 7 se muestra el detalle por tipologías, orientación, y composición de superficies.

Tabla N°7: Proporción de Ventanas – Muros verticales, del caso de estudio.

Tipo	Superficie útil (m2)	Orientación	Unid.	Dorm.	*Sup. total vertical (m2)	Sup. translúcida (m2)	Proporción Ventana-muro (%)
A1	18,7	Sur	1	1	43,07	5,71	13%
A2a	23,2	Sur	1	1	43,50	7,40	17%
A2b	23,5	Sur	1	1	43,60	7,40	17%
B1a	28,1	Norte	1	1	40,46	9,10	23%
B1b	28,1	Norte	1	1	41,28	8,31	20%
B1c	27,8	Norte	4	1	41,82	7,61	18%
B1d	28,3	Norte	52	1	40,27	9,51	24%
B2	26,1	Sur	14	1	39,92	9,55	24%
C1a	37,2	Suroriente Surponiente	28	2	51,92	9,84	19%
C2a/ C2b	34,8	Sur	28	2	49,16	9,51	19%
D1	42,4	Norte-Oriente	1	2	53,11	9,44	18%
D2a	43,3	Norte-Oriente	1	2	52,30	10,23	20%
D2b	42,2	Norte-Poniente	2	2	53,72	8,79	16%
D2c	42,3	Norte	26	2	50,52	9,72	19%
D3 /D4	56,07	Norte	4	2	74,97	21,69	29%
E	67,18	Norte	2	2	93,75	16,78	18%

Fuente: Elaboración Propia – Caso de Estudio

*Medidas obtenidas de plano de superficies según planta tipo en Anexo C.

Si se toma como referencia en el caso de estudio la Orientación Global Teórica para todos los casos considerándolo como el más desfavorable según lo indicado en la Tabla. Se obtiene para cada caso las transmitancias exigidas que se indican en la Tabla N°8.

Tabla N°8: Transmitancia Térmica exigida para ventanas según orientación y proporción de Ventana – Muro.

Tipo	Orientación	Unidades	Proporción Ventana - muro General (%)	Transmitancia "U" Exigida Menor o igual a; (W/m^2K)
A1	Sur	1	16%	3,2
A2a	Sur	1	17%	2,0
A2b	Sur	1	20%	2,4
B1a	Norte	1	44%	4,4

Tipo	Orientación	Unidades	Proporción Ventana - muro General (%)	Transmitancia "U" Exigida Menor o igual a; (W/m^2K)
B1b	Norte	1	20%	4,4
B1c	Norte	4	18%	4,4
B1d	Norte	52	24%	4,4
B2	Sur	14	24%	4,4
C1a	Suroriente Surponiente	28	19%	4,4
C2a/C2b	Sur	28	19%	4,4
D1	Norte-Oriente	1	18%	4,4
D2a	Norte-Oriente	1	20%	4,4
D2b	Norte-Poniente	2	16%	4,4
D2c	Norte	26	19%	5,8
D3 /D4	Norte	4	29%	5,8
E	Norte	2	18%	5,8

Fuente: Elaboración Propia – Caso de Estudio

En la Ilustración N°13, se muestra un ejemplo de la forma de cálculo de superficies según su categoría, diferenciando entre muro adiabático, ventanas y muro perimetral.



Ilustración N°13: Ejemplo de mediciones para Tablas N° 7 y N° 8.

Este análisis determina que la situación inicial cumpliría parcialmente, con la nueva normativa térmica, siendo las orientaciones Sur, Suroriente y Sur Poniente las que quedan fuera de los estándares requeridos, por lo que se debe reevaluar al igual que el resto de las partidas.

Los valores de resistencia térmica superficial interior (R_{si}) y exterior (R_{se}) utilizados en los cálculos corresponden a los definidos por la norma NCh853/21, y representan la resistencia al flujo de calor en las capas de aire adyacentes a las superficies de los elementos constructivos, para este caso, de la envolvente térmica.

El valor de R_{si}varía en función de la dirección del flujo térmico: para muros se considera flujo horizontal ($R_{si} = 0{,}12\ m^2K/W$), para techumbres flujo ascendente ($R_{si} = 0{,}10\ W/m^2K$) y para pisos ventilados flujo descendente ($R_{si} = 0{,}17\ m^2K/W$), reflejando las distintas condiciones de intercambio térmico del aire en cada caso. Por otra parte, la resistencia superficial exterior (R_{se}) se adopta generalmente como constante ($R_{se} = 0{,}05\ W/m^2K$), representando el intercambio térmico entre la superficie exterior del elemento y el ambiente exterior.

4.5 Propuestas de mejoramiento para cumplimiento de la nueva normativa térmica.

En la Tabla N°9 se muestran las propuestas de mejora para especificaciones técnicas de la envolvente térmica, para el cumplimiento de las nuevas exigencias.

En los criterios de mejora, se tiene en cuenta la no modificación de la estructura soportante de la edificación, poniendo el foco en los elementos complementarios y revestimientos aislantes.

Para definir cuales materiales específicos se modificaron, se priorizaron criterios primeramente económicos; Tratando de minimizar el impacto en el valor de las partidas acorde a mantener la competitividad del proyecto.

Otro aspecto por considerar, y como se menciona anteriormente, es la no alteración del diseño general propuesto inicialmente, con el propósito de que las comparaciones sean entre proyectos resultantes similares.

Por último, se tomó en cuenta la optimización del cambio en los materiales que aportan mayor resistencia y menor transmitancia según corresponda, por lo que las variaciones se centran en aumentos de espesores de elementos aislantes, cambio de características en cristales manteniendo las superficies, cambio del tipo de aislación en muros perimetrales trasladando desde el interior hacia el exterior el sistema aislante, procurando considerar la misma terminación de fachada.

Para el caso de las ventanas del proyecto, se realiza una diferenciación en los cristales que se ven afectados por una mayor demanda energética debido a su orientación, ver Anexo A: Ventanas.

Tabla N°9: Propuestas de mejoras a especificaciones técnicas de la Envolvente Térmica

Elemento	Propuesta de Mejora para los elementos de la Envolvente Térmica
Zona térmica	Zona D
Muros perimetrales	Muro de hormigón armado 200mm Aislación exterior sistema EIFS en base a poliestireno expandido de espesor 40mm
Tabiques	Lana de vidrio espesor 60mm densidad 10kg/m³ Exterior Aqua-panel 12,5mm espesor Interior de yeso cartón 15 mm de espesor
Ventanas	DVH Termopanel 4/10/4 Casos ventanas con antepecho
	DVH Termopanel 5/10/5 Casos ventanas piso-cielo
	DVH Termopanel 6/12/6 Casos mejorados por orientación.
Puertas	Puerta acceso Tipo Placarol – enchape 6mm cada cara y núcleo alveolar 32mm.
Pisos ventilados	Losa de hormigón armado 180mm espesor Aislación exterior de poliestireno expandido 80mm espesor y densidad 20kg/m³.
Cubierta Transitable	Losa de hormigón armado 150mm espesor Estructura de cubierta sobre la losa; poliestireno expandido de espesor 100mm y densidad 20kg/m³. Sobre Losa y revestimiento Porcelanato

Para verificación de cumplimiento de las nuevas exigencias, se debe calcular la transmitancia térmica y compararla con la actualización del artículo 4.1.10 de la OGUC.

Muros Perimetrales:

Se tiene;

$$U = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}0004}{0{,}17} + + \frac{0{,}20}{1{,}63} + \frac{0{,}04}{0{,}0384} + \frac{0{,}005}{1{,}4} + 0{,}05} = 0{,}75\ \mathrm{W/m^2K} \quad (7)$$

Cuadro de Datos fórmula (7):

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior	—	—	0,12
Papel mural	0,0004	0,17	0,0024
Poliestireno expandido	0,04	0,0384	1.0417
Hormigón armado	0,2	1,63	0,1227
Enlucido exterior textura G30	0,005	1,4	0,0036
Resistencia superficial exterior	—	—	0,05

Pisos Ventilados:

$$U = \frac{1}{0{,}17 + \frac{0{,}005}{0{,}25} + + \frac{0{,}08}{0{,}0384} + \frac{0{,}18}{1{,}63} + 0{,}05} = 0{,}41\ \mathrm{W/m^2K} \qquad (8)$$

Cuadro de Datos Fórmula (8)

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior	—	—	0,17
Piso vinílico SPC	0,005	0,25	0,02
Losa hormigón armado	0,18	1,63	0,1104
Poliestireno expandido 20 kg/m³	0,08	0,0384	2,0833
Resistencia superficial exterior	—	—	0,05

Cubierta Transitable:

$$U = \frac{1}{0{,}1 + \frac{0{,}15}{1{,}63} + \frac{0{,}1}{0{,}0384} + \frac{0{,}05}{1{,}63} + \frac{0{,}005}{1{,}4} + \frac{0{,}008}{1{,}3} + 0{,}05} = 0{,}35\ \mathrm{W/m^2K} \qquad (9)$$

Cuadro de Datos Fórmula (9)

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior Rsi	—	—	0,1
Losa hormigón armado	0,15	1,63	0,092
Poliestireno expandido 20 kg/m³	0,1	0,0384	2,6042
Sobre losa hormigón	0,05	1,63	0,0307
Adhesivo Pavimento	0,005	1,4	0,0036
Porcelanato	0,008	1,3	0,0062
Resistencia superficial exterior Rse	—	—	0,05

Complejos de Ventanas:

La transmitancia térmica del complejo ventana se determina considerando la contribución del vidrio, el marco y las pérdidas térmicas lineales en el borde del acristalamiento, de acuerdo con la expresión:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_w}$$

U_w: Transmitancia térmica del complejo ventana completo $[W/m^2K]$

A_g: Área del vidrio $[m^2]$

U_g: Transmitancia térmica del vidrio (DVH o simple) $[W/m^2K]$

A_f: Área del marco $[m^2]$

U_f: Transmitancia térmica del marco $[W/m^2K]$

l_g: Longitud del perímetro del vidrio en contacto con el marco $[m]$

Ψ_g: Transmitancia térmica lineal del borde del vidrio (puente térmico del espaciador) $[W/mK]$

A_w: Área total de la ventana $[m^2]$

Para el caso de estudio, se utilizarán valores provistos por fichas técnicas de un proveedor de la Región Metropolitana, cuyos materiales importados poseen certificación homologada. Se adjuntan en Anexo A.

En la Ilustración N°14, se muestran los elementos del complejo de ventanas y las áreas y medidas a utilizar en el cálculo de la transmitancia térmica.

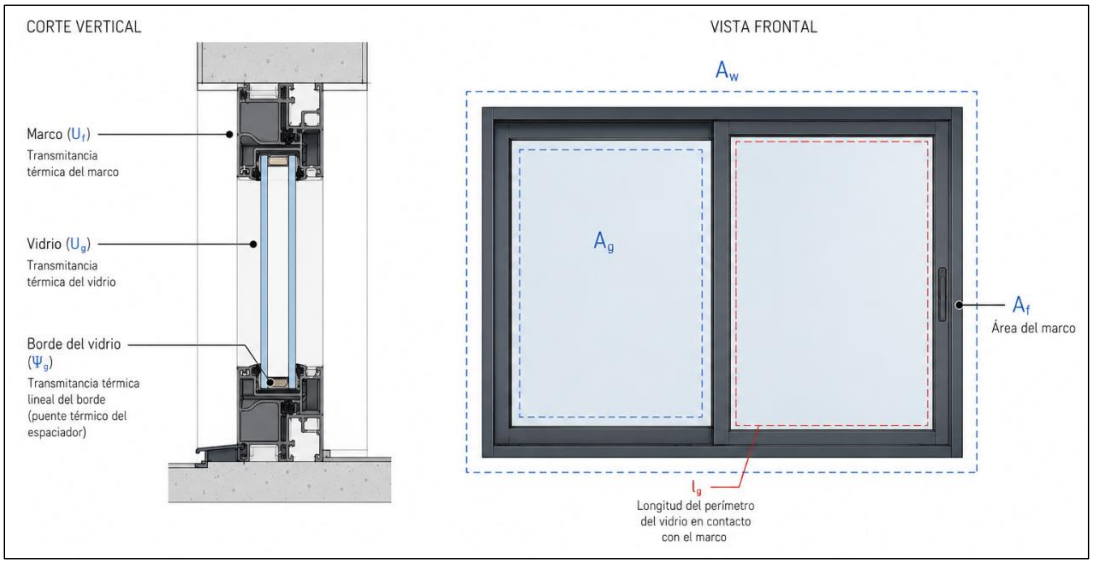


Ilustración N°14: Representación de elementos de la envolvente térmica para ventanas.

Cálculo en Ventanas Tipo V01:

En la Ilustración N°15, se muestra el detalle de medidas para el cálculo de Transmitancia Térmica, en ventanas tipo V01, correspondiente elemento de piso cielo en living de departamentos.

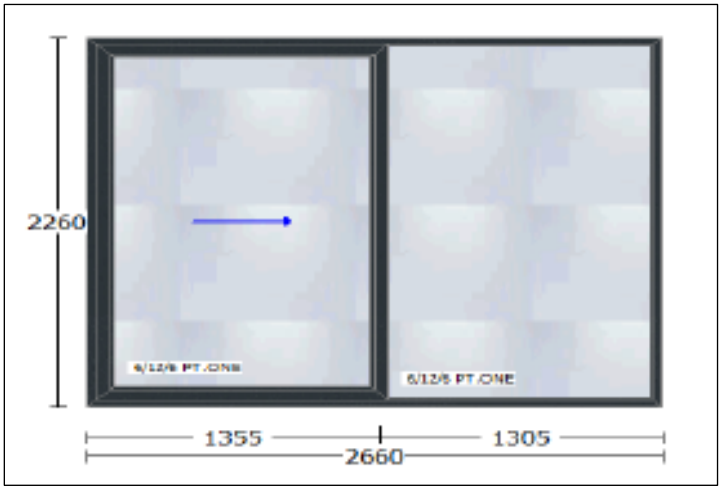


Ilustración N°15: Ventana V01: 2660x2260 – DVH 6/12/6

Cuadro de Datos

Variable	Descripción	Valor
A_w	Área total de la ventana	6,0116 m²
A_g:	Área de vidrio	4,9028 m²
A_f	Área de marco	1,1088 m²
l_g*	Perímetro junta espaciador marco-vidrio	13.1 m
U_g	Transmitancia térmica del vidrio	1,80 W/m²K
U_f*	Transmitancia térmica del marco PVC	2,20 W/m²K
Ψ_g*	Transmitancia térmica lineal del borde del vidrio	0,06 W/mK

$$U_w = \frac{4{,}9028 * 1{,}8 + 1{,}1088 * 2{,}2 + 13{,}1 * 0{,}06}{6{,}0116} = 2{,}0\ W/m^2K \quad (10)$$

Cálculo en Ventanas Tipo V02

En la Ilustración N°16, se muestra el detalle de medidas para el cálculo de Transmitancia Térmica, en ventanas tipo V02, correspondiente a ventanas de ante pecho de dormitorios de departamentos.

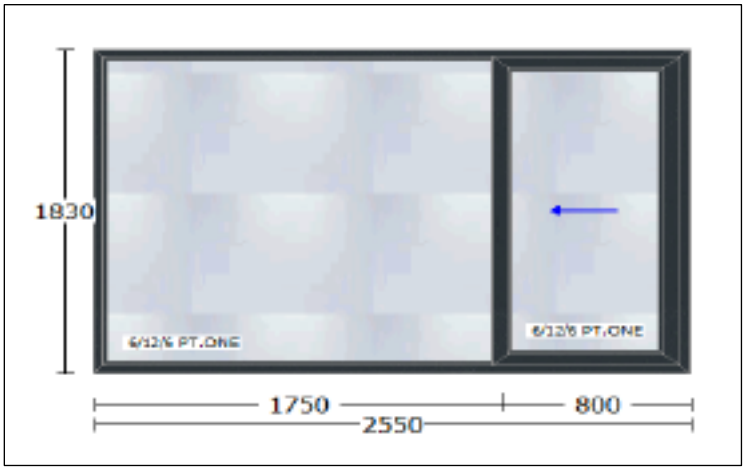


Ilustración N°16: Ventana V02: 1830x2250 - DVH 6/12/6.

Cuadro de Datos

Variable	Descripción	Valor
A_w	Área total de la ventana	4,6665 m²
A_g:	Área de vidrio	3.7001 m²
A_f	Área de marco	0.9664 m²
l_g*	Perímetro junta espaciador marco-vidrio	9.43 m
U_g	Transmitancia térmica del vidrio	1,80 W/m²K
U_f*	Transmitancia térmica del marco PVC	2,20 W/m²K
Ψ_g*	Transmitancia térmica lineal del borde del vidrio	0,06 W/m²K

$$U_w = \frac{3{,}7001 * 1{,}8 + 0{,}9664 * 2{,}2 + 9{,}43 * 0{,}06}{4{,}6665} = 2{,}0\ W/m^2K \quad (11)$$

*Estos valores se obtienen al ingresas las características de la ventana a la planilla: "Cálculo térmico para ventanas según NCh 3137-1" (Cálculo U-Ventanas-DICTEC-V2024.1.0) Proporcionado por la DICTEC del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. El valor Ug está dado por la ficha técnica del Anexo D, acorde a los valores proporcionados por el proveedor para un DVH con protección adicional Low-e.

Cálculo en Ventanas Tipo V03

En la Ilustración N°17, se muestra el detalle de medidas para el cálculo de Transmitancia Térmica, en ventanas tipo V03, correspondiente a puertas vidriadas de dormitorios de departamentos.

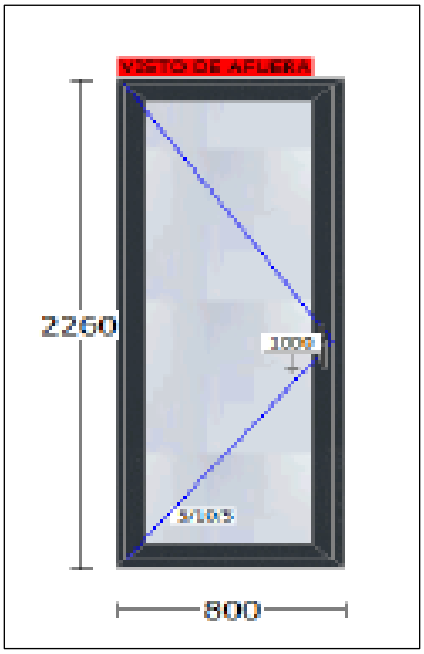


Ilustración N°17: Ventana V03 Tipo: 2260x800 – DVH 5/10/5 - Puerta Vidriada para terrazas de departamento en piso tipo.

Cuadro de Datos

Variable	Descripción	Valor
A_w	Área total de la ventana	1,81 m²
A_g:	Área de vidrio	1,236 m²
A_f	Área de marco	0,572 m²
l_g*	Perímetro junta espaciador marco-vidrio	5,32 m
U_g	Transmitancia térmica del vidrio	2,1 W/m²K
U_f*	Transmitancia térmica del marco PVC	2,20 W/m²K
Ψ_g*	Transmitancia térmica lineal del borde del vidrio	0,06 W/mK

$$U_w = \frac{1{,}236 * 2{,}1 + 0{,}572 * 2{,}2 + 5{,}32 * 0{,}06}{1{,}81} = 2{,}31\ W/m^2K \quad (12)$$

Para las puertas vidriadas, el Ug se cambia debido a los menores espesores de acristalamiento y cámara de aire. Valor se obtiene de la planilla: “Cálculo térmico para ventanas según NCh 3137-1”.

Complejo de Puertas Opacas:

Para la partida de puertas opacas, se hará el cálculo para dos ejemplos, uno con núcleo tipo honey comb de 32mm que es el especificado inicial y uno con núcleo de poliestireno expandido de 32mm de 20kg/m2, como caso mejorado.

La Fórmula de transmitancia térmica ponderada está dada por;

$$U_w = \frac{U_h A_h + U_m A_m}{A_t}$$

Donde:

U_w: Transmitancia térmica del complejo de puertas opacas $[W/m^2K]$

A_h: Área de la hoja $[m^2]$

U_h: Transmitancia térmica de la hoja$[W/m^2K]$

A_m: Área del marco $[m^2]$

U_m: Transmitancia térmica del marco $[W/m^2K]$

A_t: Area Total $[m^2]$

En la Ilustración N°18, se muestran los elementos del complejo puertas opacas con las áreas y medidas a utilizar en el cálculo de la Transmitancia Térmica, para el caso 1 en configuración Honey Comb y el caso 2, con núcleo de poliestireno expandido.

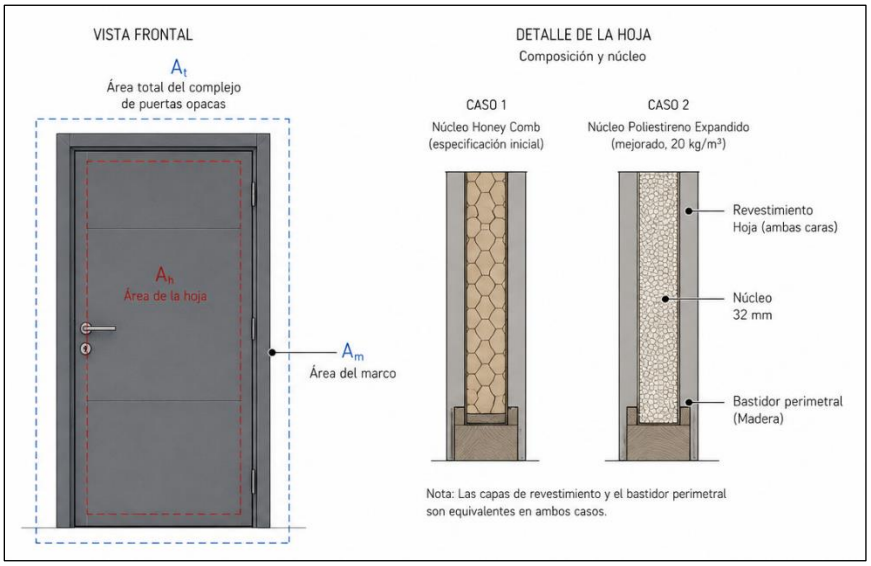


Ilustración N°18: Representación de elementos de la envolvente térmica para puertas opacas.

Cuadro de Datos:

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior	—	—	0,12
MDF interior	0,006	0,15	0,04
EPS 20 kg/m³	0,032	0,0384	0,833
MDF exterior	0,006	0,15	0,04
Resistencia superficial exterior	—	—	0,05

Cálculo U_{hoja}

$$U_w = \frac{1}{0,12 + 0,040 + 0,833 + 0,040 + 0,05} = 0,92\ W/m^2K \quad (13)$$

Cálculo U_{marco}

$$U_w = \frac{1}{0,12 + 0,643 + 0,05} = 1,23\ W/m^2K \quad (14)$$

Cálculo de transmitancia térmica ponderada.

$$U_{total} = \frac{(0{,}92 * 1{,}91) + (1{,}23 * 0{,}14)}{2{,}05} = 0{,}94\ \mathrm{W/m^2K} \quad (15)$$

La transmitancia térmica de la puerta mejorada con núcleo de poliestireno expandido queda por dentro de los rangos permitidos según la nueva normativa. Esto se ajusta a los elementos disponibles en el comercio, puesto que una elaboración de elementos a medida aumentaría de sobre manera el valor de la partida.

Complejo de Tabiques hacia zonas no acondicionadas:

Para efectos de cálculo, se puede proponer el ejercicio de aumentar el espesor del tabique para uso de lana mineral de 60mm en reemplazo del elemento de 40mm propuesto inicialmente. No obstante, la configuración final del tabique hacia fachada deberá por condiciones de obra incluir el espesor del sistema EIFS.

Cálculo para tabiques sin incorporar EIFS:

$$U = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}015}{0{,}24} + \frac{0{,}06}{0{,}042} + \frac{0{,}0125}{0.35} + 0{,}05} = 0{,}59\ \mathrm{W/m^2K} \quad (16)$$

Cuadro de Datos;

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Yeso cartón interior	0,015	0,24	0,0625
Lana de vidrio	0,06	0,042	1,4286
Aqua-panel exterior	0,0125	0,35	0,0357

Cálculo para tabique incorporando EIFS (Fachadas):

$$U = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}015}{0{,}24} + \frac{0{,}06}{0{,}042} + \frac{0{,}0125}{0.35} + \frac{0.04}{0.0384} + 0{,}05} = 0{,}37\ \mathrm{W/m^2K} \quad (17)$$

Cuadro de Datos:

Elemento	Espesor e [m]	Conductividad λ [W/mK]	Resistencia R=e/λ [m²K/W]
Resistencia superficial interior	—	—	0,12
Yeso cartón interior	0,015	0,24	0,0625
Lana de vidrio	0,06	0,042	1,4286
Aqua-panel exterior	0,0125	0,35	0,0357
Poliestireno expandido EIFS	0,04	0,0384	1,0417
Resistencia superficial exterior	—	—	0,05

Con la obtención de los valores de Transmitancia Térmica de cada elemento de la envolvente térmica, se volverá a comparar su estado de cumplimiento respecto de las exigencias de la nueva normativa. En la Tabla N°10, se muestra el resultado de la comparativa.

Tabla N°10: Estado de cumplimiento de las especificaciones técnicas propuestas con las exigencias del Artículo 4.1.10 actualizado.

Elemento	U de los Nuevos Elementos Propuestos	Exigencia U según Art. 4.1.10 Modificado	Estado de Cumplimiento
Zona térmica	Zona D	Zona D	-
Muros perimetrales	0.75	0,8	Cumple
Tabiques	0.37	0.8	Cumple
DVH Termopanel 6/12/6 Antepechos	2.0	Según Orientación – Caso desfavorable OGT < 4,4	Cumple
DVH Termopanel 6/12/6 piso-cielo	2,0	Según Orientación – Caso desfavorable OGT < 4,4	Cumple
PV - DVH Termopanel 5/10/5	2,3	Según Orientación – Caso desfavorable OGT < 4,4	Cumple
Puertas Opacas	0,94	1,7	Cumple
Pisos ventilados	0,41	0,6	Cumple
Techumbre	0,35	0,38	Cumple

Para el complejo de ventanas y puertas vidriadas, se tomaron como referencia tres elementos tipo del proyecto. Estos poseen variantes que cambian en centímetros dimensiones de alto y ancho, no obstante, no generan impactos representativos en las transmitancias térmicas de la envolvente para el complejo correspondiente.

Según lo indicado en la Tabla N°10, las modificaciones propuestas mejoran su comportamiento en la envolvente térmica, cumpliendo con las exigencias de la actualización del artículo 4.1.10 de la OGUC.

4.6 Constatación de cumplimiento de nuevas exigencias de condensación.

De acuerdo con lo indicado en la normativa térmica, la condensación puede producirse en la superficie interior del elemento o al interior de sus capas (intersticial), y genera patologías como hongos, deterioro de materiales, aumento del gasto en calefacción y pérdida de confort interior. El método de análisis que se utiliza para su evaluación está contenido en la NCh1973, la cual permite evaluar riesgo de condensación superficial e intersticial considerando el clima del emplazamiento y el transporte de humedad por difusión de vapor para los complejos de muros perimetrales, techumbres y pisos ventilados.

En términos generales, las soluciones propuestas en la envolvente térmica para el caso de estudio mejoran la condición frente a la condensación, principalmente porque aumentan la resistencia térmica total de los elementos, reducen las pérdidas de calor y elevan la temperatura de las superficies interiores. Esto disminuye el riesgo de que dichas superficies alcancen la temperatura de rocío, condición bajo la cual se produce condensación superficial.

La División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo entrega planillas de cálculo para evaluación de condensación de conjunto de elementos, aplicando los criterios de NCh1973.

En el caso de las dos áreas principales de la envolvente térmica en contacto directo con el exterior, se puede generar la siguiente comprobación;

4.6.1 Complejo de Muros perimetrales:

De acuerdo con la planilla de cálculo proporcionada por la DITEC basada en la NCh1973/2014 en su versión para aplicación V.2026.02, se puede obtener la comparación entre el caso base y el propuesto para constatación del cumplimiento de condensaciones superficiales e intersticiales.

En la Ilustración N°19, se muestra el ingreso de los elementos que componen el complejo de muros perimetrales a la tabla de cálculo, en su versión de caso base y proyecto mejorado.

DATOS DE ENTRADA

CASO BASE

Descripción de la sección de análisis de la solución constructiva:

Caso Base para proyecto sin modificar

Zona térmica: Zona D
Alcance: La Florida

Condiciones exteriores: 2,2°C; 92% de HR (temp. mín. mes de julio)
Condiciones interiores: 19°C; 60%, 75% y 80% de HR
HR máx. aceptable, ϕsicr: 1,0
Dirección de flujo: Horizontal
Considera mobiliario: Sí

Exterior ↑ Interior

		Resistencia térmica, R m²K/W
1	EPS ρ = 20 kg/m³ - archipex; μ = 38; e=0,03 m	0,781
2	Hormigón - Densidad alta, ρ =2400 kg/m³; μ = 130; e=0,2 m	0,123
3	Papel mural 200 g/m²; μ = 1545,831; e=0,001 m	0,006
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Espesor total de la solución: 231 [mm]
Resistencia térmica total, R_T: 1,200 [m²K/W]

Limpiar tabla

CASO PROYECTADO

Descripción de la sección de análisis de la solución constructiva:

Caso propuesto con mejoras para cumplimiento de la nueva normativa térmica.

☑ **NOTA:** CASO PROYECTADO utiliza los datos climáticos y de flujo de CASO BASE

Exterior ↑ Interior

		Resistencia térmica, R m²K/W
1	EPS ρ = 20 kg/m³ - archipex; μ = 38; e=0,04 m	1,042
2	Hormigón - Densidad alta, ρ =2400 kg/m³; μ = 130; e=0,2 m	0,123
3	Papel mural 200 g/m²; μ = 1545,831; e=0,001 m	0,006
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Espesor total de la solución: 241 [mm]
Resistencia térmica total, R_T: 1,460 [m²K/W]

Limpiar tabla

Ilustración 19: Ingreso de datos caso base y proyectado en planilla de cálculo.

En la Ilustración N°20, se muestran los perfiles obtenidos para presión de vapor de agua y para temperatura para ambos casos ingresados.

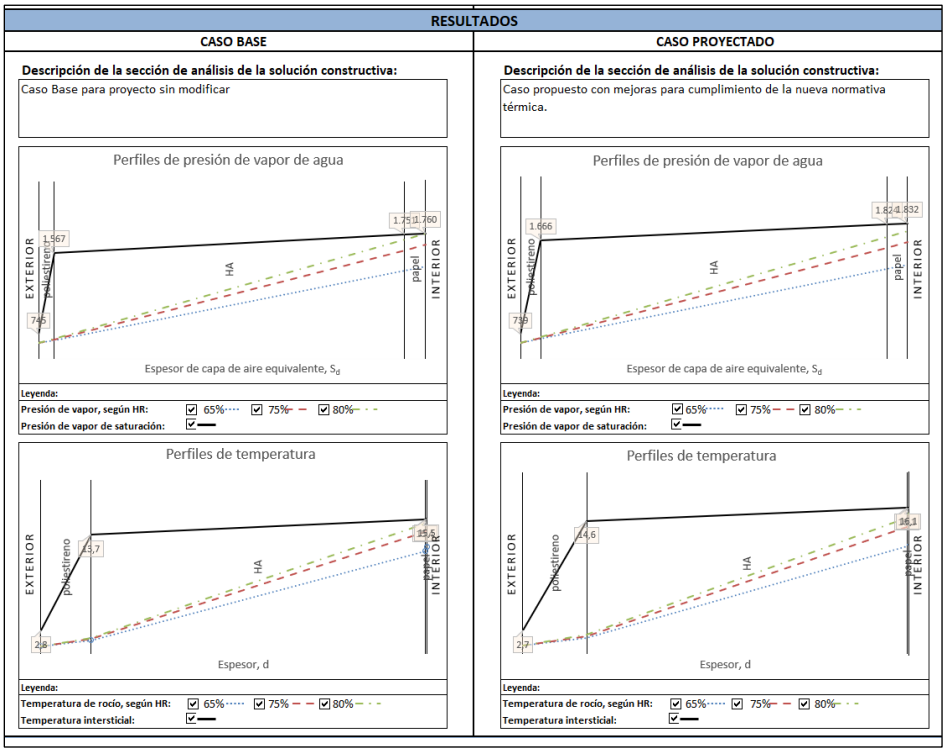


Ilustración 20: Comparativo de perfiles de presión de vapor y temperatura

Finalmente, en la Ilustración N°21, la planilla de cálculo arroja los valores obtenidos tanto para condensación superficial como intersticial.

RESULTADOS

CASO BASE

Descripción de la sección de análisis de la solución constructiva:

Caso Base para proyecto sin modificar

Calcular HR Cond. | Limpiar

	Puntos de análisis			HR Cond.
HR interior, ϕi:	**65%**	**75%**	**80%**	**57%**
Condensación superficial:	No	No	No	No
Res. Térmica caso base	1,200	1,200	1,200	1,200
Res. Térmica total mín, $R_{T,mín}$	0,625	0,927	1,191	0,482
Condensación intersticial:	No	No	No	No
Detalle de interfases con condensación:				
Superficie exterior				
Interfase 1				
Interfase 2				
Superficie interior				
N° Interfaces condensación:	0	0	0	0
Total:	0 Interfases			

CASO PROYECTADO

Descripción de la sección de análisis de la solución constructiva:

Caso propuesto con mejoras para cumplimiento de la nueva normativa térmica.

Calcular HR Cond. | Limpiar

	Puntos de análisis			HR Cond.
HR interior, ϕi:	**65%**	**75%**	**80%**	**74%**
Condensación superficial:	No	No	No	No
Res. Térmica caso proyectado	1,460	1,460	1,460	1,460
Res. Térmica total mín, $R_{T,mín}$	0,625	0,927	1,191	0,887
Condensación intersticial:	No	No	No	No
Detalle de interfases con condensación:				
Superficie exterior				
Interfase 1				
Interfase 2				
Superficie interior				
N° Interfaces condensación:	0	0	0	0
Total:	0 Interfases			

CONCLUSIÓN

Las soluciones constructivas del caso base y del caso proyectado no presentan riesgo de condensación SUPERFICIAL para la sección analizada en las condiciones de temperatura y humedad evaluadas. Las soluciones constructivas del caso base y del caso proyectado no presentan riesgo de condensación INTERSTICIAL para la sección analizada en las condiciones de temperatura y humedad evaluadas.

Fecha: **Firma profesional competente:**

Ilustración 21: Resultados otorgados por planilla de cálculo DICTEC según NCh1973/2014

Según los cálculos realizado en la planilla de la DICTEC, en ambos casos no se producirían condensaciones superficiales e intersticiales, por lo que la solución propuesta, cumpliría con este apartado en cuanto a la exigencia de la nueva normativa.

4.6.2 Complejo de Pisos Ventilados

En la ilustración N°22, se realizar el ingreso de datos para el mismo ejercicio de acuerdo con los parámetros de la planilla de cálculo proporcionada por la DICTEC, para el caso de complejo de Pisos Ventilados.

CASO BASE

Descripción de la sección de análisis de la solución constructiva:

Caso Base para proyecto sin modificar

Zona térmica:	Zona D
Alcance:	La Florida
Condiciones exteriores:	2,2°C; 92% de HR (temp. mín. mes de julio)
Condiciones interiores:	19°C; 60%, 75% y 80% de HR
HR máx. aceptable, ϕsicr:	1,0
Dirección de flujo:	Ascendente
Considera mobiliario:	Sí

Exterior

		Resistencia térmica, R
1	EPS ρ = 20 kg/m³ - archipex; μ = 38; e=0,06 m	1,563
2	Hormigón - Densidad alta, ρ =2400 kg/m³; μ = 130; e=0,18 m	0,110
3	Mortero de pega para pisos (5L agua por saco) ρ = 1800 kg/m³; μ =	0,000
4	Plástico, ρ =1700 kg/m³; μ = 10000; e=0,0004 m	0,001
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Interior

Espesor total de la solución: 241 [mm]

Resistencia térmica total, R_T: 1,964 [m²K/W]

Limpiar tabla

Ilustración 22: Ingreso de datos caso de estudio en planilla de cálculo para el complejo de pisos ventilados.

En la Ilustración N°23, se muestran los perfiles obtenidos para presión de vapor de agua y para temperatura en el complejo de pisos ventilados.

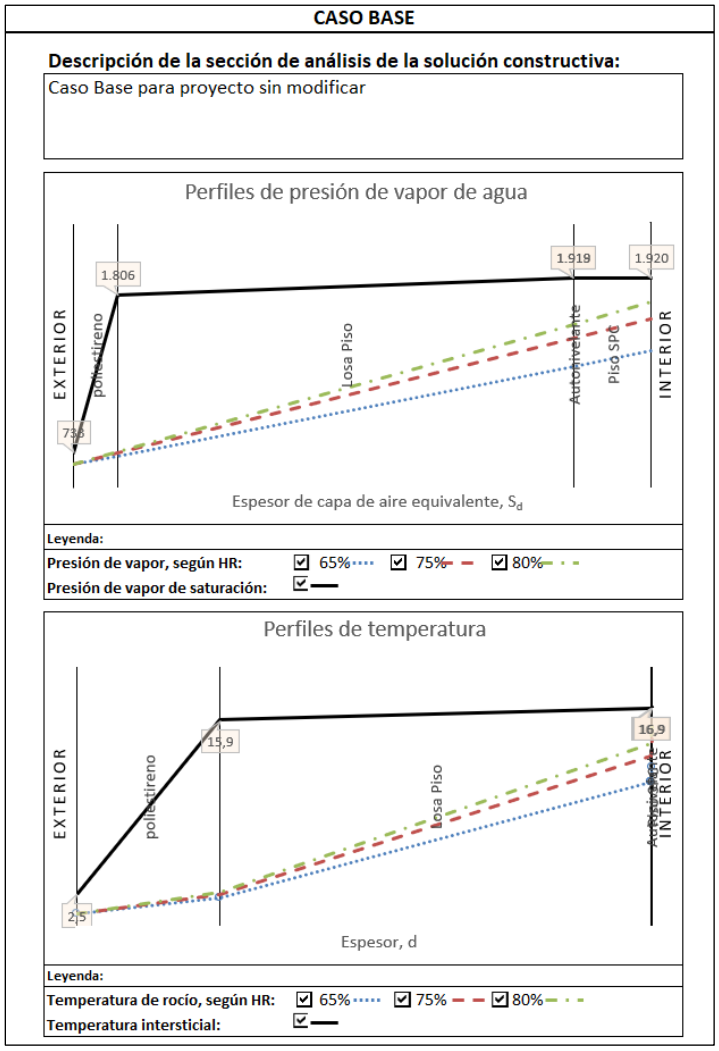


Ilustración 23: Comparativo de perfiles de presión de vapor y temperatura

Por último, en la Ilustración N°24, la planilla de cálculo arroja los valores obtenidos tanto para condensación superficial como intersticial en el complejo de pisos ventilados.

CASO BASE

Descripción de la sección de análisis de la solución constructiva:

Caso Base para proyecto sin modificar

Calcular HR Cond. | Limpiar

	Puntos de análisis			HR Cond.
HR interior, ϕi:	**65%**	**75%**	**80%**	**57%**
Condensación superficial:	No	No	No	No
Res. Térmica caso base	1,964	1,964	1,964	1,964
Res. Térmica total mín, $R_{T,mín}$	0,625	0,927	1,191	0,482
Condensación intersticial:	No	No	No	No
Detalle de interfases con condensación:				
Superficie exterior				
Interfase 1				
Interfase 2				
Interfase 3				
Superficie interior				
N° Interfaces condensación:	0	0	0	0
Total:	0 Interfases			

Ilustración 24: Resultados otorgados por planilla de cálculo DICTEC según NCh1973/2014

Para el caso propuesto de pisos ventilados, en la condición original, no se genera presencia de condensación superficial ni intersticial para el flujo descendente.

Para los complejos que aplica el análisis de condensación, el de muros perimetrales por extensión se lleva la mayor incidencia, por lo que su cumplimiento tanto antes como después de las modificaciones incorporadas, indica que las especificaciones técnicas del proyecto base ya cumplía con los requerimientos de la nueva normativa.

4.7 Constatación de cumplimiento de nuevas exigencias de infiltración de aire.

Como parte de la nueva normativa térmica, se incluye la exigencia de cumplimiento para infiltración de aire y permeabilidad de aire.

Según indica la nueva versión del artículo 4.1.10 de la OGUC, la envolvente térmica deberá tener una clase de infiltración de aire medido a 50Pa igual o menor a la clase de infiltración que se semana en la Ilustración N°24 de la nueva normativa térmica, la cual está dividida por Provincias.

Provincia	Clase de Infiltración de aire 50 Pa ach
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.

Ilustración 25: Clase de infiltración máxima permitida para la envolvente térmica de las edificaciones, excluyendo los complejos de puertas opacas y ventanas (MINVU,1992;2024).

La acreditación de la clase de infiltración de aire máximo de la envolvente térmica, se realiza mediante un Informe de Ensayo en terreno, conforme al procedimiento indicado en la NCh 3295, elaborado por el profesional competente o especialista, con inscripción vigente en el Registro de Consultores del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el DS 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 DS N° 10 (V. y U.), de 2002, y sus modificaciones.

Este ensayo debe aplicarse una vez terminada la obra, a una muestra representativa que según lo procedimientos de la misma normativa térmica.

Como alternativa las pruebas en terreno, existe para casos particulares optar por la especificación de una solución constructiva determinada en la partida de sellos de las especificaciones técnicas. El listado que detalla la nueva versión de la normativa térmica es;

- 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.

Considerando esta información, si se desea aplicar al caso de estudio y su influencia en el costo directo de la partida, se puede determinar que los encuentros detallados, son elementos típicos de partidas de sellos, con y sin aplicación de la nueva normativa, por cuanto no generaría y aumento o variación en el costo directo.

4.8 Exigencias de ventilación

Según lo descrito en el apartado D, de la nueva versión del artículo 4.1.10 de la OGUC. Mediante la aplicación de los procedimientos indicados en las NCh 3308 y NCh 3309, se deberá proveer una calidad de aire interior aceptable según los parámetros que correspondan.

Los sistemas de ventilación incorporados deberán cumplir con las tasas de ventilación mínimas y se acreditarán mediante un informe de acreditación de cumplimiento.

Para el caso de estudio, tanto en el caso base como en la situación propuesta, se tiene considerado extracción forzada tanto para cocinas como para baños.

Los caudales de extracción están dados por los equipos para cada recinto. En el caso de cocina, se considera equipo de extracción de capacidad máxima de extracción 452 m3/h, y en el caso del equipo de extracción de baños se considera capacidad máxima de extracción 95 m3/h. Se considera extracción forzada por ventiladores de cubiertas (no recirculante).

Estos valores nominales se deben contrastar con los procedimientos de cálculo indicados en las NCh 3308 y NCh 3309, y se complementarán con métodos de ventilación pasivos, como celosías o rejillas según corresponda y lo solicite el cálculo de caudal total de la unidad.

4.9 Valorización y Comparativo de las partidas identificadas con mayor incidencia en el presupuesto de obra.

Para la determinación del impacto económico de la actualización de las especificaciones técnicas, se hará un comparativo de las partidas previamente identificadas como las de mayor incidencia dentro del presupuesto de obra, anteponiendo los costos del caso base del proyecto desarrollado bajo la normativa térmica anterior y su versión ajustada para dar cumplimiento a la actualización del artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Puesto que existen elementos que son constantes para ambos casos, los valores de precio unitario se enfocarán en los ítems que se actualizar o cambian respecto del caso base, así como también la consideración de las partidas de las que se debe prescindir o incluir en caso de optar por un sistema constructivo diferente.

4.9.1 Comparativo de precios unitarios de Complejo Muros Perimetrales.

Para el caso de complejo de Muros Perimetrales, se puede tomar como indicador comparativo los valores de precios unitarios de la "Tabla de Precios Referenciales DS 27 Región Metropolitana 2025" del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. En la Tabla N°11, se utilizan los precios unitarios obtenidos multiplicados por la cantidad total del proyecto. Esto muestra una diferencia de UF368, lo que corresponde aproximadamente un aumento del 8,55% para la partida específica de muros perimetrales.

Tabla N°11: Comparativo de Precios Unitarios para Complejos de Muros Perimetrales

Versión de la Normativa	Complejo de Muros Perimetrales	Un	Cantidad	Precio Unitario UF	Precio Total UF
MINVU (1992;2023)	Sistema EIFS: Poliestireno Expandido 30mm 20kg/m3	m2	3.869,81	1,111	**4.299**
MINVU (1992;2024)	Sistema EIFS: Poliestireno Expandido 40mm 20kg/m3	m2	3.869,81	1,206	**4.667**

Fuente: Tabla de Precios Referenciales DS 27 Región Metropolitana 2025.

No obstante, si se realiza un análisis de precio unitario acorde a las condiciones de mercado para el proyecto de estudio se obtiene lo indicado en la Tabla N°12.

Tabla N°12: Análisis Precio Unitario: Partida Revestimiento EIFS

Descripción	Un	Cant	Precio (UF)	Precio Total (UF)
Membrana Coat (Barrera De Humedad) 20 Kg	Tin	0,011	1,329	0,015
Poliestireno Expandido 30x500x1000mm	Un	2	0,022	0,043
Bemezcla EIFS	Un	0,2	0,342	0,068
Malla Ignífuga Para RIFS- 50m2	Un	0,02	1,157	0,023
Cinta De Refuerzo	Un	0,02	0,105	0,002
Esquinero De PVC Con Malla	Un	0,06	0,071	0,004
Bemezcla Muro Max	Tin	0,085	1,13	0,096
Látex De Terminación	Tin	0,02	0,821	0,016
Pintura Grano G30 - 25 Kg	Tin	0,1	0,854	0,085
Sc M.O EIFS Fachada M2	M2	1	0,258	0,258

Descripción	Un	Cant	Precio (UF)	Precio Total (UF)
Sc M.O EIFS Fachada Ml	Ml	0,1	0,217	0,022
Jornal	HD	0,06	1,255	0,075
Precio Unitario	m2	1		0,707

Fuente: Elaboración Propia

El valor obtenido al cálculo del precio unitario de revestimiento EIFS para el proyecto de estudio es alrededor de 36% aproximadamente más bajo que el promedio de lo indicado para los casos de referencia D.S 27.

En la comparación de aumentar el espesor de 30mm a 40mm el poliestireno expandido, la cual es la principal característica que hace cumplir con la normativa al sistema, la diferencia es menos incidente que en el ejemplo anterior:

En la Tabla N°13, se realiza la comparación al cambiar solo el espesor del poliestireno expandido.

Tabla N°13: Comparativo análisis de Precios Unitarios entre diferentes espesores de EIFS

Ítem	EIFS 30 mm	EIFS 40 mm	Diferencia
Precio unitario (UF/m²)	0,707	0,709	0,002
Superficie de Partida (m²)	3.869,81	3.869,81	—
Precio total (UF)	2735,95 UF	2743,69 UF	7,74 UF

Fuente: Elaboración Propia

La variación en porcentaje es de 0,28% para la partida total, lo cual es muy reducido para efectos de presupuesto, aún si se considerara algún margen de mayor uso de elementos de terminación en malla, esquineros, y morteros, la diferencia sería marginal. Esto contrasta con las estimaciones teóricas de los datos proporcionados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

4.9.2 Comparativo de precios unitarios de Complejo de Ventanas

Para la partida de Ventanas y puertas vidriadas, se considerará la situación inicial del caso base, donde, debido a condiciones del mercado, ya se tiene asumido el DVH. Si bien en una situación previo a la modificación de la norma, se podría considerar cristal simple cumpliendo con las exigencias antiguas, no sería representativo debido a que el mercado actual ya tiene incorporadas mejoras en especificaciones por competencia comercial, de esta forma tendrá mayor representatividad de la realidad los valores obtenidos.

En la Tabla N°14, se describen ambos casos propuestos, contraponiendo las características de complejo de ventanas en el caso base y en el caso de elementos mejorados.

Tabla N°14: Comparativo de especificaciones de ventanas y puertas vidriadas, caso base y caso mejorado.

Características	Ventanas Caso Base	Caso Ventanas Mejoradas
Acristalamiento Piso Cielo	DVH – 5/10/5 – Cámara Aire	DVH – 6/12/6 – Cámara Aire
Acristalamiento Antepechos	DVH – 4/12/4 – Cámara Aire	DVH – 6/12/6 – Cámara Aire
Acristalamiento Puertas Vidriadas	5/10/5	DVH – 6/10/6 – Cámara Aire
Mejoramiento Capa Adicional	Sin Mejoramiento	Capa Low-e
Superficie Total	1026m2	1026m2

Fuente: Elaboración Propia

Al valorizar con proveedor nacional la partida de ventanas y puertas vidriadas del proyecto en su superficie total, se obtiene la siguiente diferencia;

Tabla N°15: Diferencia de valores entre proyectos de Ventanas.

Versión de la Normativa	Detalle	Superficie Total	Valor UF/m2	Valor Neto UF
MINVU (1992;2023)	Proyecto de ventanas Caso Base	2.148,28	3,91	**8399,77**
MINVU (1992;2024)	Proyecto de ventanas Caso Mejorado	2.148,28	4,37	**9387,98**
-	*Ventana PVC termopanel entre 1 m2 y 2,5 m2 (incluye quincallería)	2.148,28	4,69	10075,42

Fuente: Elaboración Propia

* Ventana PVC termopanel entre 1 m2 y 2,5 m2 (incluye quincallería) – Corresponde a ítem 090042, de la Tabla de Precios Referenciales DS 27 Región Metropolitana 2025. A modo de comparativo, donde se aprecia que los obtenidos para este proyecto en particular, son más competitivos, y están por debajo de los referenciales para proyectos sujetos al DS 27 para la Región Metropolitana.

La diferencia de costos entre el caso base y el mejorado, es de 988,21UF, en términos porcentuales es un 11,76% de aumento para la versión de cristales mejorados. Esto es 0,46 UF/ m² para la partida de ventanas y puertas vidriadas.

4.9.3 Comparativo de precios unitarios de Complejo de Puertas Opacas

En la Tabla N°16, se muestra el comparativo de precios unitarios de los dos casos propuestos para complejo de puertas opacas.

Tabla N°16: Comparativo análisis de Precios Unitarios entre puertas del caso base y mejoradas.

Versión de la Normativa	Complejo de Puertas Opacas	Un	Cantidad	Precio Unitario UF	Precio Total UF
MINVU (1992;2023)	Puertas Núcleo Cartón Tipo Honey Comb 420gr/m2	un	165	3,47	**572,55**
MINVU (1992;2024)	Puertas Núcleo Poliestireno expandido 20kg/m3	un	165	4,19	**691,35**

Fuente: Elaboración Propia

Al comparar los precios unitarios del complejo de puertas opacas, se observa que la solución con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m³ presenta un valor de 4,19 UF, frente a las 3,47 UF del núcleo de cartón tipo Honey Comb de 420 gr/m², esto representa un incremento de 0,72 UF y un sobrecosto total de 118,80 UF para la partida. En términos porcentuales, esta diferencia equivale a un aumento del 20,75% para la partida. Pero en comparación al volumen general contra el costo directo, su incidencia es de un 0,05% del costo directo.

4.9.4 Comparativo de precios unitarios de Complejo de Pisos Ventilados

Puesto que, para los pisos ventilados, el elemento aislante principal es el poliestireno expandido instalado bajo la losa hacia los recintos no acondicionados, se considerará solución tipo EIFS para el cálculo de los costos y diferenciación entre espesores de capas entre caso base y situación mejorada.

En la Tabla N°17, se muestra la comparación al aumentar el espesor del polietileno expandido de 50mm a 80mm, aumentando su resistencia térmica.

Tabla N°17: Comparativo análisis de Precios Unitarios entre pisos ventilados del caso base y solución mejorada.

Versión de la Normativa	Complejo de Pisos Ventilados	Un	Cantidad	Precio Unitario UF	Precio Totl UF
MINVU (1992;2023)	Revestimiento solución térmica exterior (50 mm)	m2	202,39	1,227	**248,33**
MINVU (1992;2024)	Revestimiento solución térmica exterior (80 mm)	m2	202,39	1,345	**272,21**

Fuente: Elaboración Propia

Al comparar los precios unitarios del complejo de pisos ventilados obtenidos de la Tabla de Precios Referenciales DS 27 Región Metropolitana 2025, la solución de revestimiento térmico exterior de 80 mm presenta un valor de 1,345 UF/m², frente a las 1,227 UF/m² de la solución de 50 mm, lo que representa un incremento de 0,1175 UF/m² y una diferencia total de 23,88 UF para la superficie de 202,39 m² del proyecto. En términos porcentuales, esta variación equivale a un aumento del 9,62%, lo que se posiciona como un impacto moderado en relación a su propia partida, pero en relación al costo directo es la que tiene menor incidencia de las que sufrieron cambios.

4.9.5 Comparativo de precios unitarios de Tabiques

Para el caso de los tabiques que forman parte de la fachada, si bien se realizó el análisis de aumento de espesor del elemento aislante en lana mineral, pasando de 30mm a 60mm de espesor, este ítem se descartará debido a que en la sumatoria de resistencias en conjunto con el sistema EIFS de fachada instalado de forma continua, permitirán prescindir del aumento del espesor de tabique, sin tener que alterar las dimensiones interiores.

4.10 Estimaciones de la Industria

La actualización de la reglamentación térmica contenida en el Artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones ha sido objeto de análisis por parte de diversos actores del sector inmobiliario, organismos públicos y entidades gremiales, desde los inicios de su discusión, los cuales han intentado cuantificar el impacto económico asociado a su implementación.

En términos generales, existe consenso en que la nueva normativa implicará un aumento en los costos de construcción, aunque con magnitudes variables dependiendo del tipo de proyecto, su ubicación climática y el estándar de diseño inicial.

Desde la perspectiva del sector privado, la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) ha señalado que la incorporación de mayores exigencias térmicas, particularmente en ventanas,

aislación y control de infiltraciones, podría generar incrementos del orden de entre un 4% y un 8% en el costo total de construcción de proyectos habitacionales, pudiendo alcanzar valores cercanos al 10% en casos más exigentes o en zonas climáticas de mayor severidad (CChC, 2023). Este aumento se explica principalmente por la necesidad de utilizar materiales de mayor desempeño térmico, incrementar espesores de aislación y mejorar la hermeticidad de la envolvente.

Por otra parte, de acuerdo con lo señalado por la CDT (2024), la nueva normativa implica un aumento en los estándares de la envolvente térmica, lo que se traduce en incrementos de costo asociados principalmente a soluciones constructivas de mayor desempeño. En términos referenciales, se identifica que las mejoras en aislación térmica y ventanas pueden representar incrementos del orden de 0,5 a 1,5 UF/m² construido, dependiendo del nivel de exigencia adoptado y del tipo de proyecto. Estos valores consideran la incorporación de materiales de mayor eficiencia.

Los rangos que se entregan están relacionados con la posibilidad de que en zonas extremas del país y en edificaciones de menos envergadura, el costo pueda afectar de mayor manera en presupuesto de obras.

Capítulo V - Conclusiones

El cumplimiento de la nueva normativa aumenta los estándares de confort, ahorro energético y eficiencia. No obstante, como se apreció en el análisis las condiciones del mercado se adelantan en algunos aspectos generando mejoras para obtener una mayor competitividad con sus productos en el mercado.

Como parte de esta memoria, se analizó el impacto económico de la aplicación de la nueva normativa térmica en comparación con la situación previa en un caso de estudio, emplazado en un lugar geográfico específico de interés inmobiliario y con características propias de proyectos actualmente en el mercado para evaluar su impacto real por sobre teórico.

La envolvente térmica fue la principal área de análisis puesto que la actualización de la norma afecta directamente a sus características de transmitancia térmica aumentado sus exigencias.

Para el caso de complejos de muros perimetrales, se determinó que el aumento en el espesor del aislante térmico de 30mm a 40mm, en el sistema de aislación térmica EIFS (Exterior Insulation Finish Systems) era suficiente para dar cumplimiento a la transmitancia térmica máxima de la nueva norma, en términos de costos, esto representaba cerca de un 0,28% de aumento de la partida, para el caso del análisis de precio unitario que solo cambia el espesor del poliestireno. No obstante, para efectos de cálculos en el caso de estudio, se utilizarán los valores que se obtuvieron desde la "Tabla de Precios Referenciales DS 27 - Región Metropolitana 2025" del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Donde, como se mencionó en el apartado correspondiente, al aplicar los datos a la cantidad del proyecto de estudio, arroja una diferencia de UF367,63, aproximadamente un aumento del 8,55% para la partida específica de muros perimetrales hacia el exterior.

Para el complejo de ventanas y puertas vidriadas por otra parte, el aumento de la de la mejora realizada tuvo un aumento de un 11,76% en la partida, siendo la más incidente en costo en comparación con el resto de los elementos de la envolvente térmica con una suma de 988,21UF. Este porcentaje de diferencia puede ser mayor para casos de proyectos en zonas térmicas donde las exigencias son mayores y más aún si se considera un caso base con especificaciones técnicas de menor resistencia térmica, como por ejemplo cristal simple. No obstante, como se indicó en el capítulo correspondiente, para el desarrollo de esta memoria se utilizaron especificaciones acordes al mercado a actual para la ubicación geográfica del caso de estudio. Siendo más acotada la diferencia.

En la Tabla N°18, se muestra la variación porcentual en el costo de cada partida al mejorar las características de la envolvente térmica.

Tabla N°18: Variación porcentual del aumento del costo para cada partida que compone la envolvente térmica.

Elemento de la Envolvente Térmica	Cantidad	Unidad	Aumento de Costo en UF	Variación Porcentual de cada partida
Complejo de Muros Perimetrales	3869,81	m2	367,63	8,55%
Complejo de Ventanas	2.148,28	m2	988,21	11,76%
Complejo de Cubierta Transitable	446,62	m2	-	-
Complejo de Pisos Ventilados	202,39	m2	23,88	9,62%
*Tabiques	200,84	m2	-	-
Puertas Opacas	165	Un	118,80	20,75%

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, como conclusión general, para el caso de estudio ubicado en la comuna de La Florida, Región Metropolitana, por ser un área de interés inmobiliario por la gran cantidad de proyectos que alberga. Se puede desprender de la tabla N°19, que el aumento de costo por partidas, ninguna supera el 1% del costo directo, siendo la de complejo de ventanas la más incidente con un 0,44% respecto del costo directo.

Para conocer la relación de los aumentos de costos con el presupuesto de obra, se puede plantea el cálculo realizado en la Tabla N°19, con la incidencia de cada partida en el costo directo de total de obra.

Tabla N°19: Incidencia del aumento de costo de cada partida de la envolvente térmica, respecto de costo directo de obra.

Elemento de La Envolvente Térmica	Costo Directo de obra (UF)	Incremento de Cada Partida (UF)	Porcentaje Parcial
Complejo de Muros Perimetrales	223.661,95	367,63	0,16%
Complejo de Ventanas	223.661,95	988,21	0,44%
Complejo de Techumbre	223.661,95	-	-
Complejo de Pisos Ventilados	223.661,95	23,88	0,01%
Tabiques	223.661,95	-	-
Puertas Opacas	223.661,95	118,8	0,05%

La sumatoria del incremento de costos de las partidas asociadas a la envolvente térmica, entregan un aumento de 1498,42UF, lo cual representa un aumento porcentual del 0,67% del costo directo de obra.

Como parte del análisis, el hecho de que el mercado inmobiliario en zonas geográficas competitivas como la estudiada, se haya adelantado a las nuevas normativas presionado por una mayor competitividad comercial afectó directamente a la baja en la incidencia porcentual en el costo directo del proyecto. Alejándose de las estimaciones iniciales de la industria, quienes, en los años 2023 y 2024, cuando el Poder Legislativo se encontraba en proceso de tramitación para aprobación de la nueva normativa, consideraban un impacto de entre 8% e incluso a 10% en el costo de construcción.

Para el caso de estudio, la variación fue menor al 1%, principalmente acotado debido a que los sistemas constructivos y especificaciones incorporadas ya presentaban mejoras respecto de la exigencia mínima para caso de estudio.

De todas formas, si bien en términos porcentuales es menor al 1%, al analizarlo en UF, se obtienen montos que rondan las 1500UF, lo cual para proyectos que se presenten muy ajustado en sus presupuestos generales, pueden tener incidencia relevante.

Por otra parte, como se mencionó anteriormente, para zonas geográficas más extremas del país con condiciones climáticas diferentes, una industria inmobiliaria menos competitiva, más dificultades de disponibilidad de proveedores y traslados de materiales, pueden incidir en un mayor aumento del costo directo que deberá analizarse para cada caso.

Bibliografía

- Instituto Nacional de Normalización. (2007). *NCh853.Of2007: Acondicionamiento térmico – Envolvente térmica de edificios – Cálculo de la resistencia térmica y transmitancia térmica*. INN
- Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). (2024). *Chile eleva el estándar: la nueva reglamentación térmica y sus alcances sobre la construcción de viviendas*. https://www.cdt.cl/temas/noticias/chile-eleva-el-estandar-la-nueva-reglamentacion-termica-y-sus-alcances-sobre-la-construccion-de-viviendas
- In-Data. (2025). *Índice de Precios para Sistemas de Acondicionamiento Térmico: Informe N°3* (Licitación ID: 584105-21-LE23). Marzo 2025. https://indicesdeprecios.energia.gob.cl/
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2026). *Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico (LOSCAT E14, mayo 2026)*. Gobierno de Chile. MINVU - LOSCAT E14 Mayo 2026
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1992). *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Gobierno de Chile.*
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2024). *Decreto Supremo N°15, Modifica Decreto Supremo N° 47, De Vivienda y Urbanismo, de 1992, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones en el Sentido de actualizar sus estándares y normas técnicas referidas al acondicionamiento térmico, estableciendo requisitos y mecanismos de acreditación para las edificaciones que señala.*
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2025). *Manual técnico para la calificación energética de viviendas en Chile. Gobierno de Chile.*
- Instituto Nacional de Normalización. (2022). *NCh1079:2022 Arquitectura y construcción — Zonificación climática y térmica para el diseño de edificaciones. Santiago, Chile*: INN
- Instituto Nacional de Normalización. (2021). *NCh853:2021 Componentes y elementos para edificación — Resistencia térmica y transmitancia térmica — Métodos de cálculo. Santiago, Chile*: INN.

Anexos

Anexo A: Cálculo de Transmitancia Térmica Ventanas

Anexo B: Fichas de datos para Transmitancias Térmicas – Valores referenciales para cálculos

Anexo C: Planta Tipo

Anexo D: Fichas Técnicas para evaluación de complejo de ventanas.

Anexo A: Cálculo de Transmitancias térmicas de ventanas

Cálculo térmico para ventanas según NCh 3137-1

Características generales:

Ancho total: 2660 mm Alto total: 2260 mm Área total ventana, Aw: 6,01 m²

Proporción marco vidrio:

(●) Alternativa 1: ( ) Alternativa 2: ( ) Alternativa 3:

Área vidrio, Ag: 4,9 m² Factor de marco: Altura de marco: 100 mm

Área marco, Af: 1,11 m² Área vidrio, Ag: 4,9 m²

		Por defecto	Valor usuario
Configuración:	2 hojas móviles laterales	Largo de junta operable:	13,6	m
Tipo abertura:	Abatible			

Especificaciones marco y vidrio:

Tipo de marco: PVC Tipo de vidriado: DVH Gas: Aire

Elemento	Espesor	Tipo
Vidrio 1	6 mm	con lámina emisividad 0,1
Espaciador	12 mm	normal
Vidrio 2	6 mm	común incoloro

	Por defecto	Valor usuario	
Transmitancia térmica marco, Uf:	2,2	2,2	W/m²K
Transmitancia térmica lineal marco-espaciador-vidrio, Ψg:	0,06	0,06	W/mK
Perímetro junta espaciador-marco-vidrio, lg:	13,1	13,1	m

Transmitancias térmicas:

Marco:	Vidriado:	Efecto marco-espaciador-vidriado:
Uf = 2,2 $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	Ug = 1,8 $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	Ψg = 0,06 $\left[\frac{W}{mK}\right]$

Resultado:

Transmitancia térmica total de la ventana, Uw = **2,0** $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$

Aporte:	
Marco	20%
Vidriado	73%
Espaciador	7%

Condiciones de cálculo:

- Transmitancia térmica del marco, Uf, proporcionada por usuario (debe respaldar ensayo o cálculo).
- Resistencia térmica de la cámara de aire, Rs, para el cálculo de transmitancia térmica del vidriado,Ug, obtenido de Anexo C (Informativo).
- Transmitancia térmica lineal de la junta marco-vidrio, Ψg, proporcionada por usuario (debe respaldar cálculo según NCh3137/2).

Fecha: Nombre y firma Profesional:

Cálculo térmico para ventanas según NCh 3137-1

Características generales:

Ancho total: 2550 mm Alto total: 1830 mm Área total ventana, Aw: 4,67 m²

Proporción marco vidrio:

(●) Alternativa 1: ( ) Alternativa 2: ( ) Alternativa 3:

Área vidrio, Ag: 3,7 m² Factor de marco: Altura de marco: 100 mm

Área marco, Af: 0,97 m² Área vidrio, Ag: 3,7 m²

		Por defecto	Valor usuario
Configuración:	2 hojas móviles laterales	Largo de junta operable:	10,0 m
Tipo abertura:	Corredera		

Especificaciones marco y vidrio:

Tipo de marco: PVC Tipo de vidriado: DVH Gas: Aire

Elemento	Espesor	Tipo
Vidrio 1	6 mm	con lámina emisividad 0,1
Espaciador	12 mm	normal
Vidrio 2	6 mm	común incoloro

	Por defecto	Valor usuario	
Transmitancia térmica marco, Uf:	2,2	2,2	W/m²K
Transmitancia térmica lineal marco-espaciador-vidrio, Ψg:	0,06	0,06	W/mK
Perímetro junta espaciador-marco-vidrio, lg:	9,43	9,43	m

Transmitancias térmicas:

Marco:	Vidriado:	Efecto marco-espaciador-vidriado:
Uf = 2,2 $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	Ug = 1,8 $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	Ψg = 0,06 $\left[\frac{W}{mK}\right]$

Resultado:

Transmitancia térmica total de la ventana, Uw **2,0** $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$

Aporte:	
Marco	23%
Vidriado	71%
Espaciador	6%

Condiciones de cálculo:

- Transmitancia térmica del marco, Uf, proporcionada por usuario (debe respaldar ensayo o cálculo).
- Resistencia térmica de la cámara de aire, Rs, para el cálculo de transmitancia térmica del vidriado,Ug, obtenido de Anexo C (Informativo).
- Transmitancia térmica lineal de la junta marco-vidrio, Ψg, proporcionada por usuario (debe respaldar cálculo según NCh3137/2).

Fecha: Nombre y firma Profesional:

Cálculo térmico para ventanas según NCh 3137-1

Características generales:

Ancho total: 800 mm Alto total: 2260 mm Área total ventana, Aw: 1,81 m²

Proporción marco vidrio:

(●) Alternativa 1: ( ) Alternativa 2: ( ) Alternativa 3:

Área vidrio, Ag: 1,24 m² Factor de marco: Altura de marco: 100 mm

Área marco, Af: 0,57 m² Área vidrio, Ag: 1,24 m²

		Por defecto	Valor usuario
Configuración:	1 hoja	Largo de junta operable:	5,7	m
Tipo abertura:	Abatible			

Especificaciones marco y vidrio:

Tipo de marco: PVC Tipo de vidriado: DVH Gas: Aire

Elemento	Espesor	Tipo
Vidrio 1	6 mm	con lámina emisividad 0,1
Espaciador	12 mm	normal
Vidrio 2	6 mm	común incoloro

	Por defecto	Valor usuario	
Transmitancia térmica marco, Uf:	2,2	2,2	W/m²K
Transmitancia térmica lineal marco-espaciador-vidrio, Ψg:	0,06	0,06	W/mK
Perímetro junta espaciador-marco-vidrio, lg:	5,32	5,32	m

Transmitancias térmicas:

Marco:	Vidriado:	Efecto marco-espaciador-vidriado:
Uf = 2,2 $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	Ug = 1,8 $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	Ψg = 0,06 $\left[\frac{W}{mK}\right]$

Resultado:

Transmitancia térmica total de la ventana, Uw **2,1** $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$

Aporte:	
Marco	33%
Vidriado	58%
Espaciador	8%

Condiciones de cálculo:

- Transmitancia térmica del marco, Uf, proporcionada por usuario (debe respaldar ensayo o cálculo).
- Resistencia térmica de la cámara de aire, Rs, para el cálculo de transmitancia térmica del vidriado,Ug, obtenido de Anexo C (Informativo).
- Transmitancia térmica lineal de la junta marco-vidrio, Ψg, proporcionada por usuario (debe respaldar cálculo según NCh3137/2).

Fecha: Nombre y firma Profesional:

Anexo B: Fichas de datos para Transmitancias Térmicas – Valores referenciales para cálculos

LISTADO OFICIAL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO **E14**

1.2.M.A17.3	Muro de Hormigón Armado de 20cm de espesor, con poliestireno expandido "Termopol" de densidad 15Kg/m³ adherida por el exterior		
Institución	Aislantes Nacionales S.A.	Vigencia	DICIEMBRE 2026

ACREDITACION

Mecanismo	si	no	Documento/N° de informe			Responsable
Cálculo NCh 853	X		Cálculo de resistencia y transmitancia térmica			Aislantes Nacionales S.A.
Ensayo NCh 851		X	-	-	-	-
Ensayo NCh 850		X	-	-	-	-
Aislante térmico	X		Material	Densidad [kg/m³]	Conductividad térmica [W/mK]	
			Poliestireno expandido	15	0,0413	

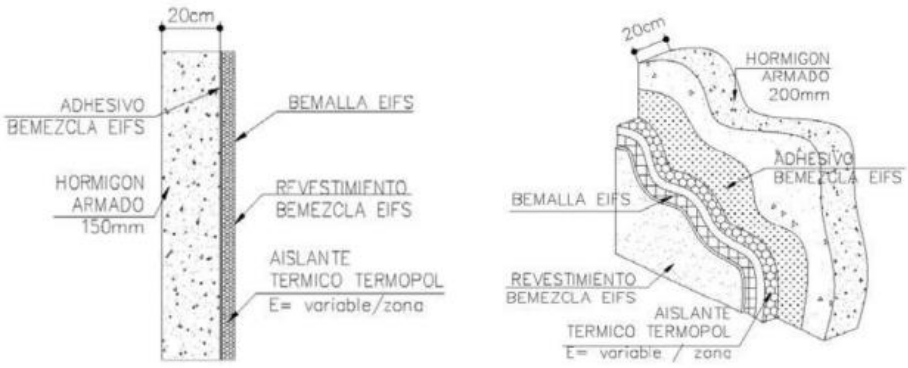
COMPORTAMIENTO

Transmitancia térmica [W/m²K]	U	Resistencia térmica [m²K/W]	Rt	Espesor aislante [mm]	Resistencia al Fuego
1,29		0,78		20	---
0,98		1,02		30	
0,79		1,27		40	
0,57		1,75		60	
0,45		2,22		80	Código Listado MINVU: ---
0,40		2,50		90	N° Informe: ---
0,34		2,94		110	Institución: ---

DESCRIPCION SOLUCION CONSTRUCTIVA

Muro de hormigón armado normal de 200mm de espesor que recibe adosado a su cara externa, aplicación de aislante térmico de poliestireno expandido de densidad 15Kg/m³ con espesor variable según emplazamiento. Se adhiere al muro mediante pegamento BEMEZCLA EIFS.
Como revestimiento exterior se aplica también mortero cementicio modificado BEMEZCLA EIFS en espesor de 2mm reforzado con malla de fibra de vidrio.

DETALLE CONSTRUCTIVO/ISOMETRICA/ESCANTILLON



LISTADO OFICIAL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO **E14**

3.1.P.M.0.01	Puerta madera abatible, 1 hoja 0,8x2 m		
	Línea:	Institución: DITEC	Vigencia: NCh3137/1 - NCh3297

ACREDITACIÓN

COMPORTAMIENTO	MECANISMO	RESPONSABLE
TÉRMICO	Memoria de Cálculo NCh3137/1 y NCh3137/2	DITEC - MINVU
PERMEABILIDAD AL AIRE	Ensayo NCh3297	CITEC - UBB

DESEMPEÑO

TRANSMITANCIA TÉRMICA, U [W/m²K]	1,7	PERMEABILIDAD AL AIRE A 100 Pa	7,90	[m³/hm²]	CLASE DE PERMEABILIDAD AL AIRE	3
			2,37	[m³/hm]		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

GENERALES

Tipo abertura: Abatible | Tipo de acristalamiento: n/a | Materialidad del marco: Madera

Configuración: 1 hoja | Color: Madera

Mecanismo de cierre: Cerradura embutida con cilindro en ambos lados, cerrojo de dos pitones y de dos vueltas

MEDIDAS GENERALES

Ancho: 800 [mm] | Superficie: 1,60 [m²]

Alto: 2000 [mm] | Longitud de junta: 5,7 [m]

* PARA VARIACIONES DE HASTA ±10% EN LA SUPERFICIE TOTAL DE LA PUERTA, SE MANTIENE LA CLASE DE PERMEABILIDAD AL AIRE INDICADA

DETALLE MARCO

Rotura puente térmico: n/a | Factor de marco:

Refuerzo: n/a

DETALLE SECCIÓN ACRISTALADA

Superficie: [m²]

Cristal 1:	n/a	n/a		[mm]
Espaciador 1:	n/a			[mm]
Cristal 2:	n/a	n/a		[mm]
Espaciador 2:	n/a		n/a	[mm]
Cristal 3:	n/a	n/a	n/a	[mm]

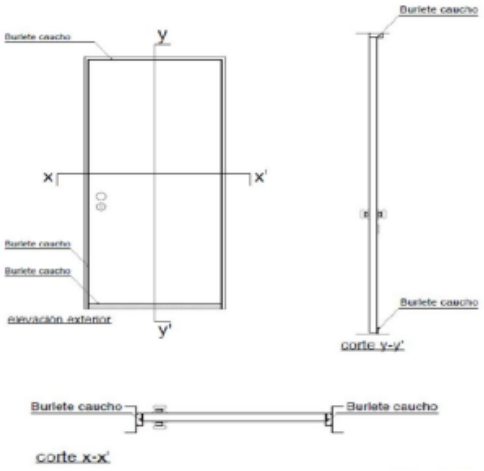
Gas de cavidad(es) interior(es): n/a

Factor solar composición acristalada:

OTRAS CARACTERÍSTICAS

Hoja opaca: Madera de pino de 45 mm de espesor; Despiches: No posee; Brazo: No posee; burletes: Caucho tipo P en todo el perímetro. Burlete caucho parte inferior hoja hasta NPT; Bisagra: Sin especificar

IMAGEN / CORTE / DETALLE



1.3.M.A3	Piso de Hormigón Armado de 120mm de espesor, exterior sistema Andes Termo FFS con aislante térmico poliestireno expandido de 15kg/m³		
Institución	Andes Construction Chile S.A.	Vigencia	DICIEMBRE 2026

ACREDITACION

Mecanismo	si	no	Documento/N° de informe			Responsable
Cálculo NCh 853	x		575.117			IDIEM
Ensayo NCh 851		x	---	---	---	---
Ensayo NCh 850		x	---	---	---	---
Aislante térmico	x		Material	Densidad [kg/m³]	Conductividad térmica [W/mK]	
			Poliestireno expandido	15	0,0413	

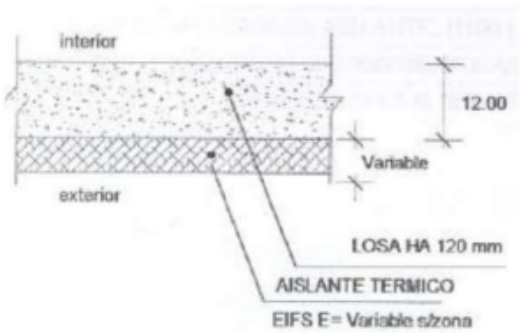
COMPORTAMIENTO

Transmitancia térmica [W/m²K]	U	Resistencia térmica [m²K/W]	Rt	Espesor aislante [mm]	Resistencia al Fuego
0,98		1,02		30	---
0,79		1,26		40	Código Listado MINVU
0,66		1,5		50	---
0,57		1,75		60	N° Informe
0,47		2,12		75	---
0,39		2,59		95	Institución
0,31		3,2		120	---

DESCRIPCION SOLUCION CONSTRUCTIVA

Piso de Hormigón Armado de 120mm de espesor y densidad 2400kg/m³ bajo la cara inferior de la losa se adosa el sistema Andes Termo FFS, consistente en la aplicación de poliestireno expandido de densidad 15kg/m³ y espesor variable según zona térmica, adherido a la losa de hormigón armado con adhesivo Drybond o Styroglue. Sobre el poliestireno expandido se coloca el mismo DryBond o Styroglue, reforzado con mala de fibra de vidrio, sobre este un imprimante y puente de adherencia Omegaflex Primer y
Omegaflex Finish como terminación.

DETALLE CONSTRUCTIVO/ISOMETRICA/ESCANTILLON



LISTADO OFICIAL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO **E14**

3.2.V.P.C.1.15 — Ventana PVC corredera, 2 hojas, 1 fija lateral 1,95x2 m

Línea: Klassik PD | Institución: Wintec S.A. | Vigencia: NCh3137/1 - NCh3297

ACREDITACIÓN

COMPORTAMIENTO	MECANISMO	RESPONSABLE
TÉRMICO	Memoria de Cálculo NCh3137/1 y NCh3137/2	WINTEC S.A.
PERMEABILIDAD AL AIRE	Ensayo NCh3297	CITEC - UBB

DESEMPEÑO

TRANSMITANCIA TÉRMICA, U [W/m²K]	3,1	PERMEABILIDAD AL AIRE A 100 Pa	2,05	[m³/hm²]	CLASE DE PERMEABILIDAD AL AIRE	4
			1,34	[m³/hm]		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

GENERALES

Tipo abertura: Corredera | Tipo de acristalamiento: DVH | Materialidad del marco: PVC

Configuración: 2 hojas, 1 fija lateral | Color: Blanco

Mecanismo de cierre: Bipunto, manilla tipo cremona

MEDIDAS GENERALES

Ancho: 1950 [mm] | Superficie: 3,90 [m²]

Alto: 2000 [mm] | Longitud de junta: 5,7 [m]

*PARA VARIACIONES DESDE -10% Y SIN LIMITE SUPERIOR EN LA SUPERFICIE TOTAL DE LA VENTANA, SE MANTIENE LA CLASE DE PERMEABILIDAD AL AIRE INDICADA

DETALLE MARCO

Rotura puente térmico: n/a | Factor de marco: 0,8

Refuerzo: En traslapo fijo y móvil de 2 mm de espesor

DETALLE SECCIÓN ACRISTALADA

Superficie: 3,45 [m²]

Cristal 1:	Común	Incoloro	4	[mm]
Espaciador 1:	Sin especificar		10	[mm]
Cristal 2:	Común	Incoloro	4	[mm]
Espaciador 2:	n/a		n/a	[mm]
Cristal 3:	n/a	n/a	n/a	[mm]

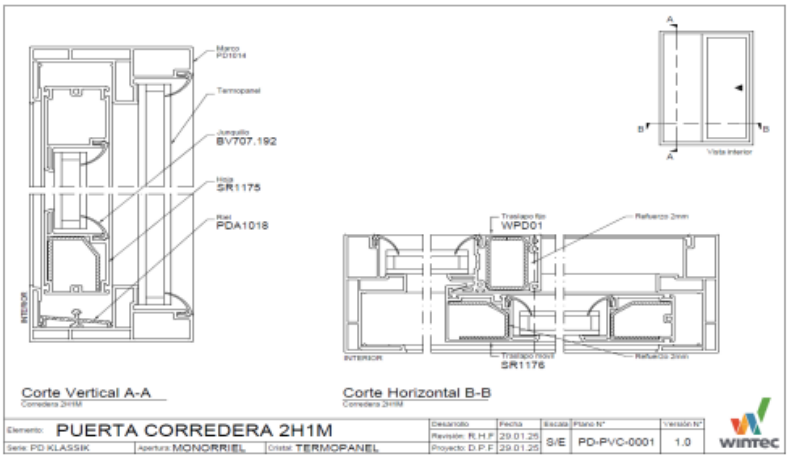
Gas de cavidad(es) interior(es): aire

Factor solar composición acristalada:

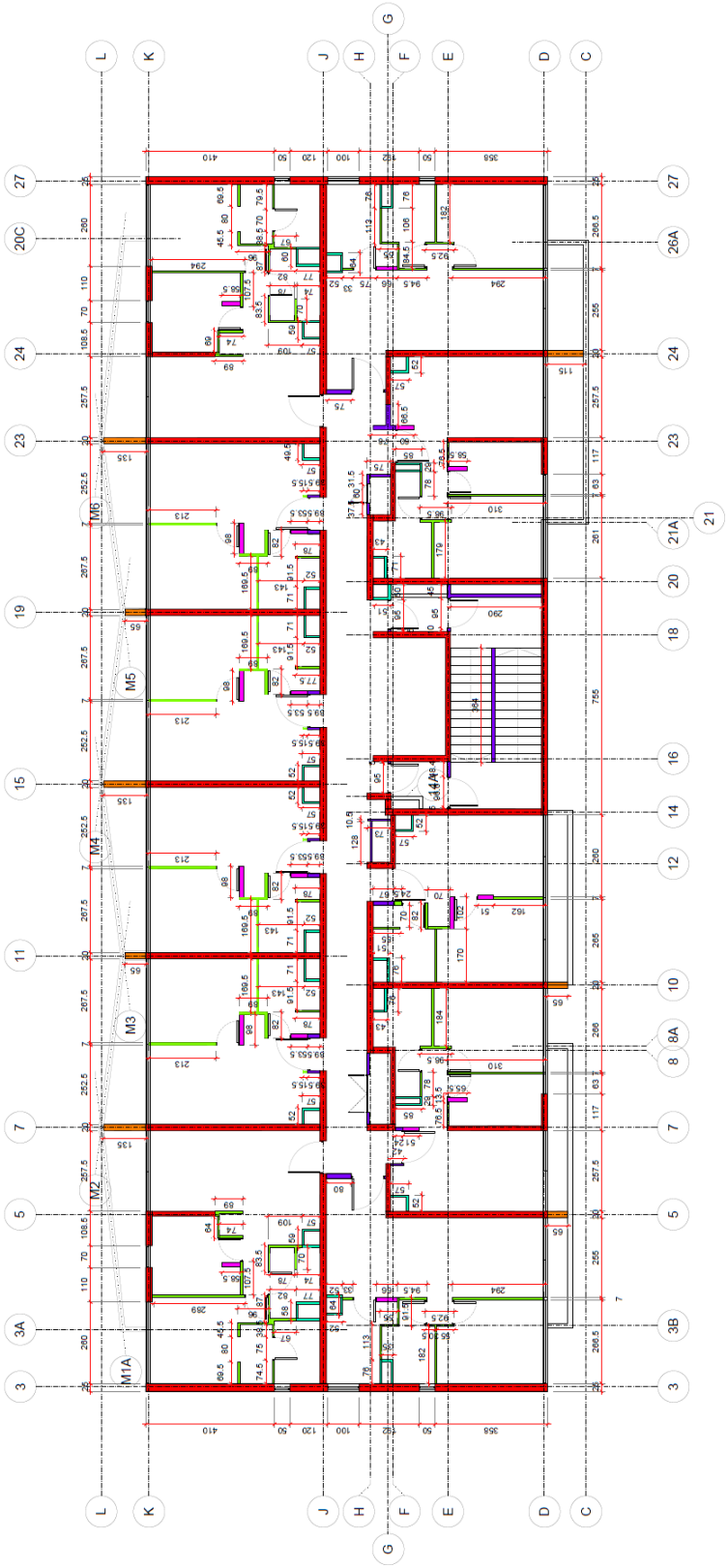
OTRAS CARACTERÍSTICAS

Despiches: 4 interiores y 4 exteriores; Rodamientos: No posee; Felpas: perimetral en hoja móvil; Topes: No posee

IMAGEN / CORTE / DETALLE



Anexo C: Planta Tipo



Anexo D: Fichas Técnicas para evaluación de complejo de ventanas

CalumenLive

14 Jan 2020



SGG CLIMAPLUS 6 (12 AIR) 6
PLANITHERM ONE F2

Pane 1	PLANICLEAR 6 mm
Coating 2	PLANITHERM ONE
Cavity 1	12 AIR
Pane 2	PLANICLEAR 6 mm

Name : gabriel monje coccolo
Country : Other

Notes:

LUMINOUS FACTORS	EN410 (2011-04)
Light Transmittance (TL)	71%
Outdoor Reflectance (RLe)	23%
Indoor Reflectance (RLi)	22%

THERMAL TRANSMISSION	EN673-2011
Ug	1.5 W/(m^2 .K)
0^o related to vertical position	

MANUFACTURING SIZES	
Nominal Thickness	24.00 mm
Weight	30 kg/m^2

UV FACTORS	EN410 (2011-04)
TUV	27%

SAFETY CLASS	EN 12600
Pendulum Body Resistance	NPD

ENERGY FACTORS	EN410 (2011-04)
Transmittance (TE)	45%
Outdoor Reflectance (Ree)	38%
Indoor Reflectance (REi)	38%
Absorptance A1(AE1)	14%
Absorptance A2	3%
Absorptance A3	

SOLAR FACTORS	EN410 (2011-04)
Solar Factor (g)	48%
Shading Coefficient (SC)	0.55

COLOR RENDERING	
Ra Light Transmittance	97
Ra Outdoor Reflectance	98

ANTI-BURGLARY	EN356
Burglar Resistance	NPD

These values are calculated according to EN410 (2011-04) and EN673-2011 standards, the international standard ISO 9050, the Japanese standard JIS R 3106/3107, the Korean standard KS L 2514/2525 and the NFRC-2010 standards. For European norms, tolerances are defined according to EN1096-4 standard. Nevertheless, user must check the feasibility of the combination of glazing, particularly in terms of thickness and color. Furthermore, it is the user's responsibility to check that the resulting combination of glazing meets regulatory requirements at national, local or regional level. Computed values standards are indicative. Please use NFRC certified software for certified values. Calculation rules for EN410 (2011-04), EN673-2011, ISO 9050 (2003) m1.5 and ISO 9050 (1990) m1.0 standards and functional output of Calumen Live use Calumen 1.2.4 calculation engine, and have been validated by TUV Rheinland Quality Report 11923R-11-33705. Sg Values are calculated according to the French thermal regulation 2012 (RT2012). Acoustic indexes are representative of performances tested in laboratory conditions of a glazing of size 1.23x1.48m (EN ISO 10140-3 and EN 12758). In situ measurements may differ depending on the glazing size, environment, quality of the window frame, of the installation, source of noise, etc. The accuracy of the given indexes is in the range +/- 1dB (EN 12758).All glazing images are illustrative.

SAINT-GOBAIN

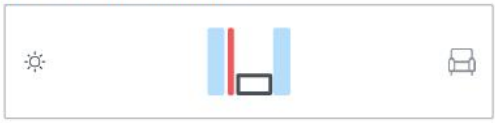
Calumen

6 HT (12 AIR) 6

Capa: PLANITHERM 1.3 T #2

Calculado por: gabriel monje coccolo | Calculado en: 30/05/2025 | Catálogo de producto: Brazil | Normas: EN410:2011

Tipo de acristalamiento



Vidrio 1

- INCOLOR CEBRACE (6mm) - Termoendurecido
- PLANITHERM 1.3 T

Cámara 1

- AIR 12 mm

Vidrio 2

- INCOLOR CEBRACE (6mm) - Recocido

Datos de prestaciones simulados

Factores Luminosos	**CIE015:2018**
Transmisión Luminosa (TL)	74%
Reflexión exterior (RLe)	11%
Reflexión interior (RLi)	12%
Factores Energéticos	**EN410:2011**
Transmisión energética (TE)	48%
Refl. energ. exterior (Ree)	17%
Refl. energ. interior (Rei)	19%
Absorción energ. A1 (AE1)	29%
Absorción energ. A2 (AE2)	6%
Factores Solares	**EN410:2011**
Factor Solar (g)	0.55
Coeficiente de Sombra (SC)	0.63
Transmitancia Térmica	**EN673:2011**
Ug	1.8 W/(m2.K)
Ángulo respecto a posición vertical	0°
Acústica	**EN 12758**
Valores acústicos calculados	
Rw (C;Ctr)	33 (-1; -4) dB
Ra	32 dB
Ra,tr	29 dB
STC (ASTM E413)	33
OITC (ASTM E1332)	27
Indice de reproducción de color	**CIE015:2018**
Transmisión (Ra)	95.2
Reflexión (Ra)	90.2
Resistencia a impacto pendular	**EN12600**
Resistencia a Impacto de Cuerpo Pendular	NPD
Resistencia antiagresión	**EN356**
Nivel de Resistencia Antiagresión	NPD
Dimensiones de fabricación	
Espesor nominal	24.0 mm
Peso	30 kg/m²
Sostenibilidad	
Huella de carbono	
Este valor es calculado en función de la composición simulada, según la norma europea EN 15804+A2 (2019)	
Potencial de calentamiento global (GWP) – A1-A3	**EN 15804+A2 (2019)**
(kg CO_2 eq/m²) Media Europea (A1-A3)	N/A

Verified Results EN 410 EN 673 TÜVRheinland CERTIFIED www.tuv.com ID 0000039990

Calumen® calcula las características fotométricas y valores de Transmitancia Térmica de los acristalamientos mediante el uso de algoritmos según lo establecido en las normas europeas EN 410-2011 y EN 673-2011, las normas internacionales ISO 9050, la norma japonesa JIS R 3106/3107, la norma coreana KS L 2514/2525. Las prestaciones técnicas ofrecidas, así como el motor de cálculo de Calumen® para las normas EN410-2011 y EN673-2011 han sido validadas por la entidad de certificación TUV Rheinland (informe 89212153-01). Los valores aportados por Calumen III se han calculado conforme a estas normas, siendo facilitados sólo con fines informativos y estando sujetos a modificación. Sólo los valores declarados en los documentos de Marcado CE alojados en la página de Saint-Gobain Glass son oficiales. Los índices de atenuación acústica se han obtenido mediante ensayos en condiciones de laboratorio según lo establecido en las normas EN ISO 10140-3 y EN 12758. Los valores calculados son sólo indicativos y su precisión puede variar en un rango de +/- 2dB. Los cálculos de espesor de vidrio están realizados según la versión 2012 de la normativa francesa DTU39. El usuario es responsable de la introducción de las hipótesis de cálculo correctas y de la correcta aplicación de la normativa DTU39 para el proyecto estudiado.