

CONSTRUCCIÓN + PDA

Temuco y Padre Las Casas



ISBN: 978-956-398-525-2





CONSTRUCCIÓN + PDA

Temuco y Padre Las Casas

SERVIU Araucanía

2018

INDICE

TÍTULO:

Construcción + PDA Temuco y Padre Las Casas

ISBN:

978-956-398-525-2

AUTOR:

Ministerio de Vivienda y Urbanismo - MINVU

REDACCIÓN Y COORDINACIÓN EDITORIAL:

Esteban Ruedlinger

COLABORADORES:

Francisco Ibarra, Cristian Morales, Daniza Hernández, Mauricio Cerdas, Alejandro Huincahue, Alejandra Ossandón

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Lola de la Maza, Alejandra Ossandón

FOTOGRAFÍAS:

Banco de Imágenes Oficina de Ejecución Obras de Habitacionales, Programa de Protección del Patrimonio Familiar y Oficina de Evaluación de Proyectos Habitacionales.

IMPRESIÓN:

CreaSmile

DESARROLLADO POR:

SERVIU Araucanía, Sección Diseño y Ejecución de Proyectos Habitacionales, Oficina de Proyectos Habitacionales

AGRADECIMIENTOS:

Claudia Leal, Vanessa Schneider, Claudia Bascur, Gabriela Mellado, Pamela Leiva, Jordy Chávez, Elizabeth Meza, Ángel Navarrete, Fernando Paredes, Raúl Méndez, Claudio Arias y Rodrigo Oporto.

SALUDO SEREMI VIVIENDA Y URBANISMO REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	4
SALUDO DIRECTOR DE SERVIU ARAUCANÍA	6
PARTE I	8
1. CONTEXTO D.S. N°8/2015	11
¿CUÁLES SON LOS LÍMITES DE APLICACIÓN DEL PDA?	11
2. CONCEPTOS Y FENÓMENOS FÍSICOS QUE ABORDA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDA	13
3. DECRETO SUPREMO N°8 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE	19
3.1 PRIMERA ETAPA DEL PDA PARA VIVIENDA EXISTENTE	19
3.2 PRIMERA ETAPA DEL PDA PARA VIVIENDA NUEVA	21
3.3 SEGUNDA ETAPA DEL PDA PARA VIVIENDA EXISTENTE Y VIVIENDA NUEVA	23
3.4 COMPARACIÓN REQUISITOS OGUC Y PDA	27
PARTE II	28
4. APLICACIÓN DECRETO SUPREMO N°8 PDA	31
4.1 TRANSMITANCIA TÉRMICA DE SOLUCIONES	31
4.2 TRANSMITANCIA TÉRMICA Y GANANCIA SOLAR DE VENTANAS	33
4.3 DISMINUCIÓN DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN DE TABIQUE	38
5. ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE	42
5.1 CATEGORÍA SALUD Y BIENESTAR	42
5.2 CATEGORÍA ENERGÍA	45
REFERENCIAS	50

SALUDO



Debido a la importancia que tiene para la ciudadanía de nuestra región, el tema de Descontaminación Atmosférica (PDA), y principalmente en las comunas de Temuco y Padre Las Casas, las cuales han sido declaradas zonas saturadas por material particulado fino respirable MP2,5, y más aún cuando nosotros como Ministerio de Vivienda y Urbanismo somos la institución que apoyamos con una de las medidas más significativas del Plan de Descontaminación Atmosférica, es que hemos considerado necesario complementar los documentos oficiales con textos de apoyo y capacitaciones que ayuden a comprender la aplicación en la edificación de los requisitos técnicos del PDA, que entre otras cosas se han incorporado estándares que han aumentado gradualmente su exigencia, tanto para viviendas existentes como para viviendas nuevas.

Las mejoras para conseguir viviendas altamente eficientes que cumplan con el PDA, se han enfocado en 5 variables tales como:

La aislación térmica de la envolvente, específicamente cubierta, muros, pisos ventilados, ventanas y puertas que dan al exterior; control y disminución del riesgo de condensación en cubierta, muros y pisos ventilados; el control de infiltraciones de aire; la incorporación de sistemas de ventilación adecuados; y el control de ganancias solares y aislación de sobrecimiento.

Es por ello que el presente documento, **“CONSTRUCCIÓN + PDA”** el cual está destinado para la construcción de viviendas en Temuco y Padre las casas, elaborado en conjunto Seremi-Serviu, busca resumir los requisitos del Plan de Descontaminación Atmosférica en forma simple, con el fin de ser utilizado como complemento al Decreto N° 8 del 2015 del Ministerio del Medio Ambiente, MMA que regula el PDA e impulse la formulación y ejecución de proyectos sobre el estándar del plan el cual está dirigido a

técnicos y profesionales de constructoras e inmobiliarias de viviendas que operan en la región, como también a proveedores regionales de materiales y soluciones constructivas; profesionales que presten asesoría en el área de eficiencia energética en edificaciones habitacionales; técnicos y profesionales de las Direcciones de Obras, entre otros.

Considerando que en el sur del país, y por muchos años más la principal fuente de contaminación será el uso de leña para calefacción, las estrategias deben estar enfocadas en mejorar el estándar térmico de las viviendas y promover una calefacción con equipos energéticamente eficientes y que aporten a la sustentabilidad. En este sentido la educación y la difusión a la comunidad es muy relevante, y en este contexto es que hemos querido hacer este aporte bibliográfico.

PABLO ARTIGAS VERGARA
Seremi de Vivienda y Urbanismo
Región de La Araucanía

SALUDO



El Plan de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Temuco y Padre Las Casas fue el primero en ser implementado en el país, posicionando a nuestra región como pionera en esta materia para establecer un nuevo estándar de diseño para viviendas con mayor eficiencia energética y mejor calidad en su habitabilidad.

En el proceso de revisión del cumplimiento de los estándares definidos en el PDA, los equipos de SERVIU Araucanía han observado dentro del mundo de la construcción regional una carencia de capacidades técnicas en materia de los requerimientos del PDA y un escaso uso de las herramientas disponibles para la construcción y el diseño de viviendas de alto estándar que además incorpore criterios de sustentabilidad.

La finalidad de este documento es mejorar los estándares en los procesos de definición de un proyecto habitacional para viviendas nuevas urbanas y/o rurales, utilizando elementos de la Calificación Energética de Viviendas y los Estándares de Construcción Sustentable, definidos por el MINVU, para el PDA vigente de Temuco-Padre Las Casas.

Recordemos, que el plan de descontaminación es un instrumento de gestión ambiental que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona calificada como saturada, como es el caso de Temuco y Padre las Casas.

En esta conceptualización, el desarrollo sustentable está definido en la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente como “el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las

expectativas de las generaciones futuras”, vale decir, pensar la sustentabilidad mirando el futuro debiera ser esencial para garantizar el desarrollo equilibrado en sus dimensiones económica, social y ambiental.

Esperamos que este manual pueda sentar las bases de esa mirada colectiva que permita llevar a cabo procesos continuos de educación y difusión de buenas prácticas orientadas no sólo al cumplimiento del PDA, sino hacia una construcción sustentable para avanzar en el desarrollo de estándares definidos de planificación, diseño y construcción a nivel local.

En síntesis, parámetros de eficiencia y sustentabilidad que permitan centrarse en los ejes de hábitat, bienestar, innovación, competitividad, educación y gobernanza, allanando desde nuestro ministerio el camino para que todos los actores se involucren en este proceso.

HUGO CRUZ VÉLIZ
Director de SERVIU Araucanía

PARTE I

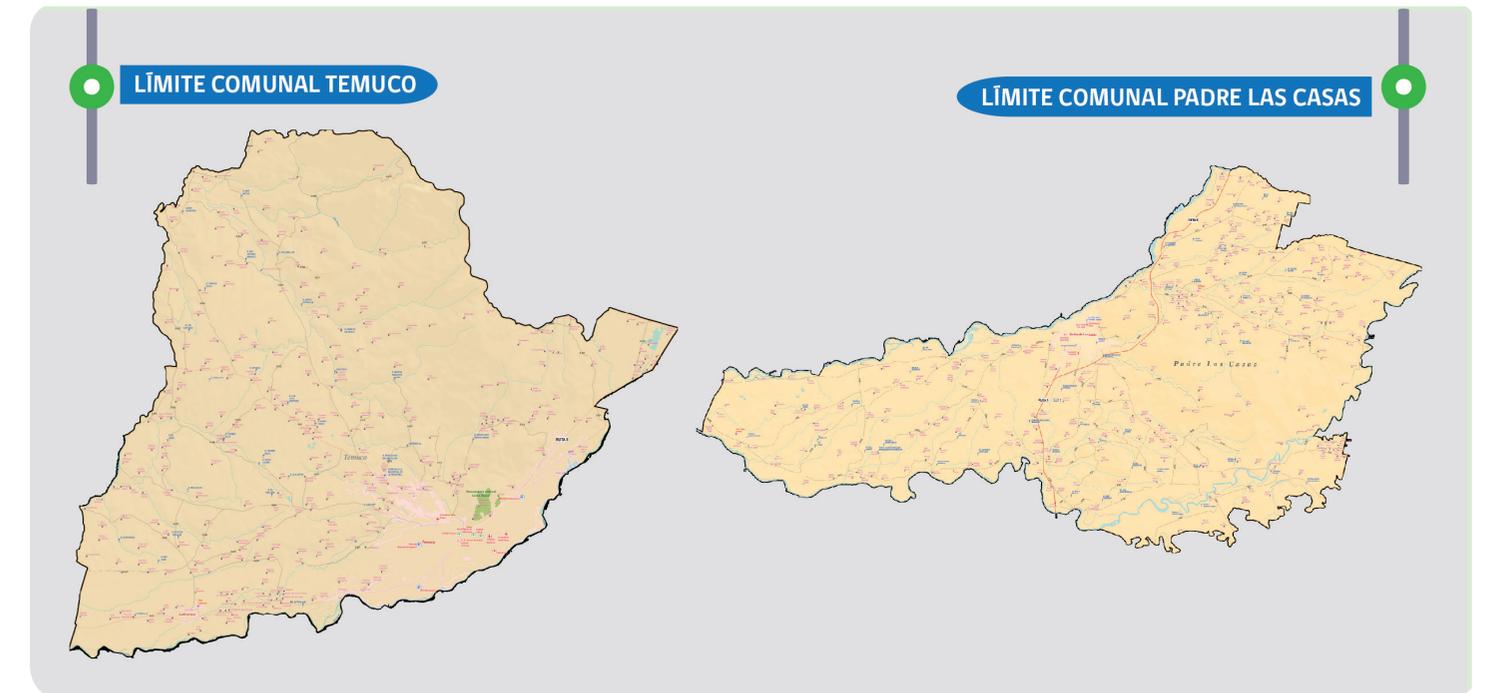


1. CONTEXTO D.S. N°8/2015

El Plan de Descontaminación Atmosférica para MP10 de Temuco y Padre Las Casas, establecido a través del D.S. N°078 del 2009 del MINSEGPRES, fue publicado en el diario oficial el día 03.06.2010, fecha en la cual entró en vigencia, aplicándose hasta el día 17.11.2015, fecha en la cual fue derogado y reemplazado por el D.S. N°8/2015, que establece "Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5 para las comunas de Temuco y Padre Las Casas y de Actualización del plan de Descontaminación por MP10, para las mismas comunas".

¿CUÁLES SON LOS LÍMITES DE APLICACIÓN DEL PDA?

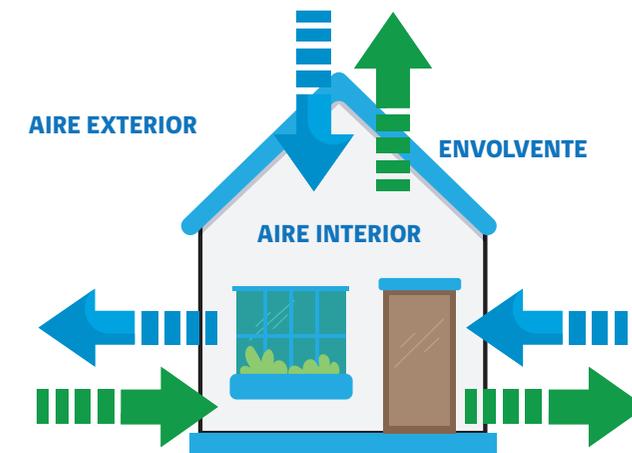
Los límites de la zona de aplicación del PDA corresponden a los límites comunales de las comunas de Temuco y Padre Las Casas.



¡Considera localidades Rurales de ambas comunas!

2. CONCEPTOS Y FENÓMENOS FÍSICOS QUE ABORDA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDA

Para el correcto entendimiento y aplicación de los estándares del PDA, así como para plantear y ejecutar medidas de eficiencia energética y sustentabilidad aplicables en viviendas, que permitan el diseño de viviendas con estándares superiores a los requerimientos exigidos por el PDA vigente, se debe tener claridad sobre los conceptos y la fenomenología física que hay detrás de requerimientos y estándares técnicos.



La principal forma de transmisión de calor (pérdida o ganancia de energía) en edificaciones es por conducción entre tres elementos que están en contacto: aire exterior - envoltente - aire interior.



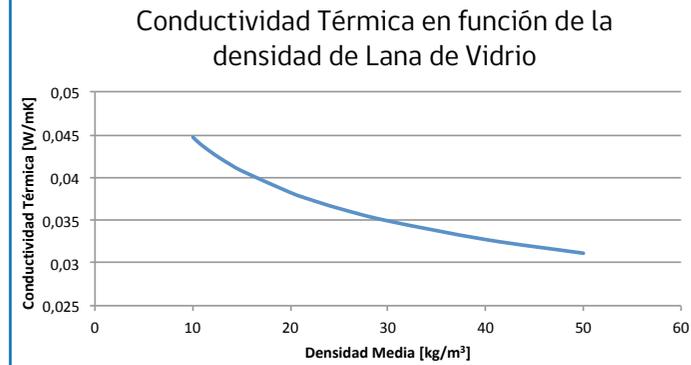
Luego, las propiedades de transmisión de calor de los materiales que conforman la envoltente se vuelven relevantes para evitar la pérdida de energía desde el interior.

La **CONDUCTIVIDAD TÉRMICA** λ es una **propiedad de los materiales** que cuantifica cuán fácil es la conducción de calor a través de ellos.

λ [W/mK]

Sólo cambia si se modifica:
Densidad del material
Contenido de Humedad del material
Orientación de las fibras del material

Gráfico de la variación de la conductividad térmica de lana de vidrio en función de la densidad del material.



En el Anexo A de la norma NCh853 se encuentra una tabla con valores de conductividad térmica de materiales de construcción.

La **RESISTENCIA TÉRMICA R** es la resistencia al paso de calor a través de un material o de una solución constructiva.

En el caso de un material, la Resistencia Térmica de éste se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad [m^2 K/W]$$

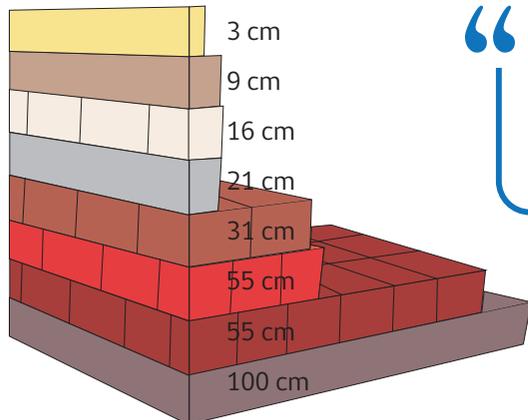
Donde **e** es el espesor del material

Se puede ver que para aumentar la Resistencia Térmica de un elemento, se puede aumentar el espesor **e** de éste, o se puede reemplazar por uno de igual espesor pero menor conductividad térmica **λ**.

En el caso de una solución constructiva, se habla de **RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL R_t**. Ésta considera el aporte de cada material de la solución, con su espesor y conductividad térmica propia.

El cálculo de la **RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL** dependerá de la configuración de cada solución constructiva en particular. Las fórmulas de cálculo para configuraciones básicas de la mayoría elementos de construcción se encuentran en la norma NCh853.Of2007.

Material de aislamiento térmico 0,045 W/mK
 Madera 0,15 W/mK
 Placas de yeso-cartón 0,26 W/mK
 Hormigón celular 0,34 W/mK
 Ladrillo macizo hecho a mano 0,50 W/mK
 Ladrillo macizo industrial 0,90 W/mK
 Adobe 0,90 W/mK
 Hormigón armado 1,63 W/mK



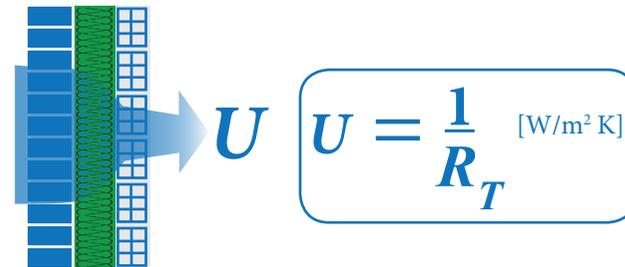
“ 3 cm de material aislante tienen el mismo efecto aislante como un muro de hormigón de un metro. ”

Por ejemplo, si la solución se compone de varias capas homogéneas de materiales, cada uno con su espesor **e_i** y conductividad térmica **λ_i**, la Resistencia Térmica Total en este caso se calcula como:

$$R_t = R_{si} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + R_{se}$$

Donde **R_{si}** y **R_{se}** son las Resistencias Térmicas de Superficie Interior y Exterior de la solución constructiva.

La **TRANSMITANCIA TÉRMICA U** es el **inverso** de la Resistencia Térmica Total de una **solución constructiva**.



Se puede determinar experimentalmente a través de ensayo bajo norma NCh851 en laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU, o por cálculo mediante la norma NCh853.Of2007.

El valor **R100** es un etiquetado de la resistencia térmica de materiales aislantes utilizados en la construcción.

Según la NCh2251, el valor **R100** se calcula como:

$$R100 = \frac{\text{Resistencia térmica del material}}{\lambda} \times 100$$

$$R100 = \frac{e_{material}}{\lambda_{material}} \times 100$$

Ejemplo de valores R100 de Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico MINVU.

MINVU - DITEC - EDICIÓN 11 - MARZO DE 2014									
LISTADO OFICIAL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO									
E 11									
POLIESTIRENO EXPANDIDO NOVA CHEMICALS CHILE LTDA. 20 kg/m³									
Nombre Comercial	Institución	Densidad Nominal Kg/m³	Conductividad térmica λ [W/m°C]	Fuente		Vigencia inscripción	Formato de presentación	R100/PE.5.3	
				NCh n°853	Informe de ensaye n°			Institución	R100 solución
ISOPACK	NOVA CHEMICALS CHILE LTDA.	20	0,0384	X	---	---	NCh 853	PLANCHAS	
Zona Térmica	Techumbre		Muros			Pisos ventilados			
	R100 mínimo	Espesor comercial mínimo (mm)	R100 solución	R100 mínimo	Espesor comercial mínimo (mm)	R100 solución	R100 mínimo	Espesor comercial mínimo (mm)	R100 solución
1	94	40	104	23	20	52	23	10	26
2	141	55	143	23	20	52	98	40	104
3	188	80	208	40	20	52	126	50	130
4	235	100	260	46	20	52	150	60	156
5	282	120	313	50	20	52	183	70	182
6	329	140	365	78	35	91	239	95	247
7	376	160	417	154	65	169	295	115	299

EL exceso de **HUMEDAD** en las viviendas constituye una de las principales causas de deterioro de los inmuebles y de la mala calidad del ambiente interior.

El **AGUA** puede estar en estado sólido (hielo), líquido (agua propiamente tal) y vapor (agua en estado de gas). La **CONDENSACIÓN** se produce cuando el agua pasa de estado gaseoso a líquido.

El aire contiene siempre cierta cantidad de vapor, mayor mientras mayor es la temperatura. Este vapor-gas es invisible pero se hace patente en forma de agua líquida cuando se condensa. Y es el agua líquida la dañina para los materiales y la que genera las patologías asociadas a las enfermedades respiratorias.

La capacidad que posee el aire de contener vapor de agua, disminuye al reducir su temperatura. Por esta razón, la condensación en viviendas ocurre cuando dicho el aire se encuentra en contacto con superficies frías de baja resistencia térmica, tales como: acristalamientos simples o puentes térmicos en elementos constructivos. Por otro lado, actividades típicas como cocinar o tomar una ducha, elevan considerablemente la humedad del ambiente interior, incrementando el **RIESGO DE CONDENSACIÓN**.

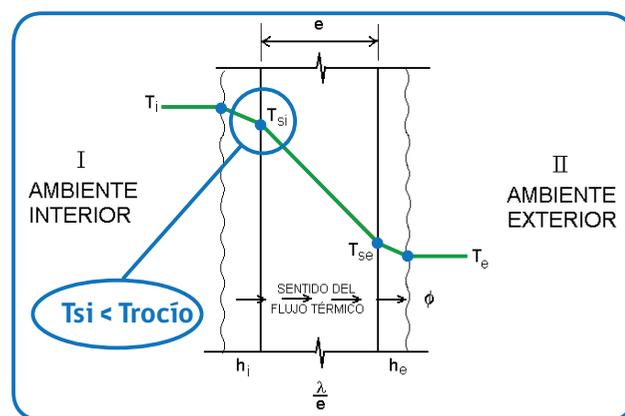
FUENTES GENERADORAS DE VAPOR EN VIVIENDAS:

- Personas: **40 - 120 gr/h**
- 1 kg Gas Natural: **2,25 L agua.**
- 1 kg Gas Licuado: **1,7 L agua.**
- 1 kg Petróleo: **1,25 L agua.**
- Estufa gas 1 Placa: **175 gr/h.**
- La ropa puede contener entre 1,5 y 2,5 veces su peso en agua.

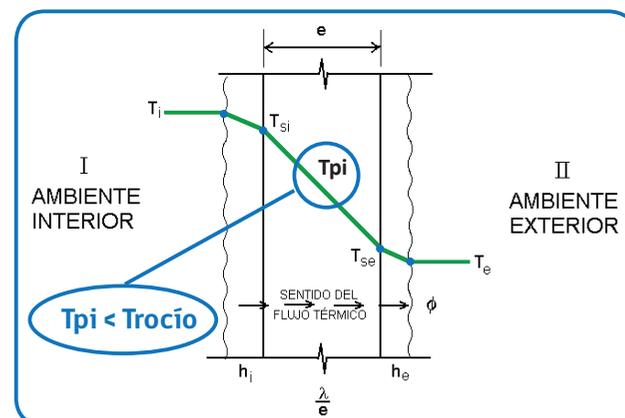


La **TEMPERATURA DE ROCÍO** es la temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire. Si la temperatura de un objeto está por debajo de la temperatura de rocío, el agua del ambiente se condensará en su superficie o en su interior.

En una vivienda si la temperatura en la *superficie interior* (T_{si}) está por debajo de la temperatura de rocío se produce **CONDENSACIÓN SUPERFICIAL**.



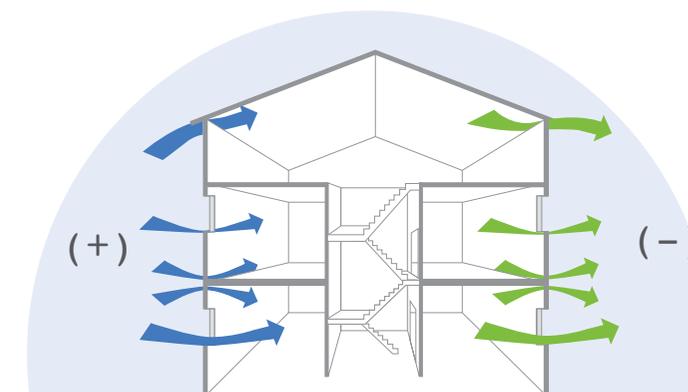
Si la temperatura en un punto interior (T_{pi}) de la solución constructiva está por debajo de la temperatura de rocío se produce **CONDENSACIÓN INTERSTICIAL**.



La condensación intersticial hace que la solución constructiva acumule agua en su interior.

Si cambian las condiciones ambientales y de temperatura interior, y/o se modifica de forma adecuada la solución constructiva, esta agua puede evaporarse.

Ciertos materiales permiten el paso de vapor de agua a través de ellos, esta cualidad se llama **PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA** y se define como la cantidad de vapor de agua que se transmite a través de un material de espesor dado por unidad de área, unidad de tiempo y de diferencia de presión parcial de vapor a cada lado. Conocida la permeabilidad al vapor de agua de un material o su recíproco (la resistividad) se puede obtener su **RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DE VAPOR**, pudiéndose

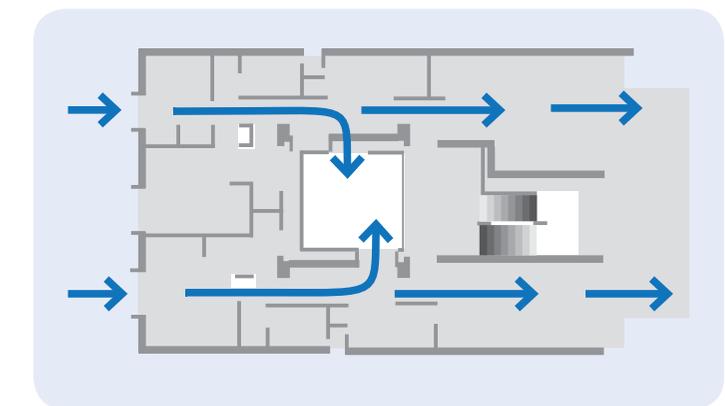


clasificar el material como **BARRERA DE VAPOR** (10 a 230 [MNs/g]) o **CORTA VAPOR** (mayor a 230 [MNs/g]).

Los flujos de aire al interior de las edificaciones se pueden dividir en dos grupos, los asociados a la envolvente y que no son controlables una vez que ya está construido: **INFILTRACIONES**; y los flujos por diseño: **VENTILACIÓN**.

Las **INFILTRACIONES DE AIRE**, crean cargas térmicas, de frío o calor según la temporada, que inciden en el desempeño energético de la edificación y que pueden transportar además contaminantes atmosféricos.

Por otro lado, el objetivo de un **SISTEMA DE VENTILACIÓN** es mantener una calidad del aire interior aceptable en lugares ocupados por las personas. El correcto diseño del sistema en viviendas debe considerar al menos el número de ocupantes de ésta y el tamaño de los espacios a ventilar, en donde los caudales de aire sean resultados de cálculos basados en normas técnicas o literatura especializada.



3. DECRETO SUPREMO N°8 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

3.1 PRIMERA ETAPA DEL PDA PARA VIVIENDA EXISTENTE

Vigente del 17.11.2015 al 31.12.2017

La primera etapa del PDA para vivienda existente queda definida mediante el artículo 31 del decreto: **"Desde la entrada en vigencia del presente Decreto (17.11.2015), las viviendas a las cuales se les entregue el subsidio de acondicionamiento térmico, referido en el artículo 29, deberán cumplir al menos los siguientes estándares:"**

a.- Transmitancia térmica de la envolvente

Los proyectos de Acondicionamiento Térmico de viviendas existentes deberán verificar el estándar que se señala en las siguientes tablas:

Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica.

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Techo	Valor U [W/m^2K]	0,33
Muro		0,45
Piso ventilado		0,50

Valores de R100 para elementos de techo, muro y piso ventilado.

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Techo	Valor R100 [$(m^2K/W)*100$]	282
Muro		222
Piso ventilado		183

¿CUMPLIMIENTO?

Certificado de ensayo NCh851 de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	Memoria de cálculo en base a NCh853. Of2007 o NCh 3117 por parte de profesional competente.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.
--	---	--

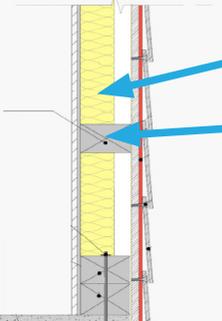
b.- Riesgo de Condensación

Las soluciones constructivas que se adopten deberán disminuir el riesgo de condensación superficial e intersticial mediante norma de cálculo NCh1973, considerando los criterios de cálculo que el MINVU ha definido para ello.

Análisis con datos de clima de la provincia asociada al PDA (NCh1079) del mes de Julio.



Temperatura de ambiente interior de 19°C.



Análisis para sección favorable (donde está el aislante).

Análisis para sección desfavorable (donde está la estructura).

Humedad Relativa del ambiente interior 65%, 75% y 80%.

c.- Infiltraciones de aire

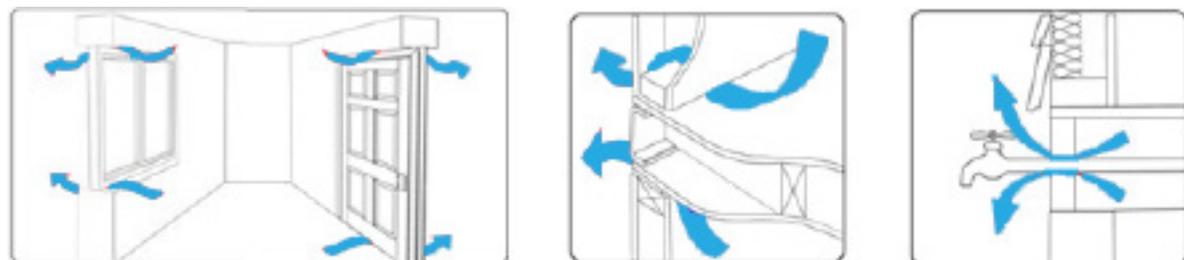
Los proyectos de Acondicionamiento Térmico de viviendas existentes deberán verificar el estándar que se señala en la siguiente tabla:

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Vivienda	Clase de infiltración de aire a 50 Pa (ach)	7



¿CUMPLIMIENTO?		
Certificado de ensayo NCh3295 de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	A falta de laboratorios acreditados en la certificación de ensaye para este estándar, se verifica mediante Especificaciones Técnicas Mínimas.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

Referido principalmente a partidas de sellos de puertas y ventanas, sello de uniones de encuentros entre distintos elementos, sello de canalizaciones y perforaciones de instalaciones.



d.- Ventilación

Las viviendas deberán contar con un sistema de ventilación que garantice la calidad del aire interior mediante normas de cálculo NCh3308 y NCh3309. El sistema de ventilación deberá considerar sistemas mecánicos de salida del aire exterior, ubicados a lo menos en baños y cocina, pudiendo ser las entradas de aire natural o mecánica.

3.2. PRIMERA ETAPA DEL PDA PARA VIVIENDA NUEVA

Vigente del 17.11.2016 al 31.12.2017

La primera etapa del PDA para vivienda nueva queda definida mediante el artículo 32 del decreto: **“A 12 meses** de la entrada en vigencia del presente Decreto (17.11.2016), toda vivienda nueva que se construya en la zona saturada deberá cumplir al menos los siguientes estándares”.

a.- Transmitancia térmica de la envolvente

Los proyectos de Vivienda Nueva deberán verificar el estándar que se señala en las siguientes tablas:

Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica.

Valores de R100 para elementos de techo, muro y piso ventilado.

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Techo	Valor U [W/m²K]	0,33
Muro		0,45
Piso ventilado		0,50

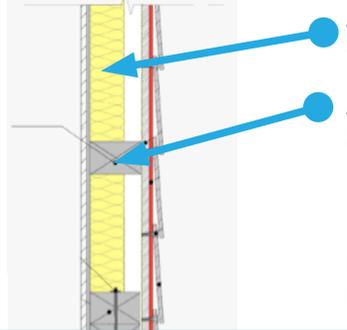
Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Techo	Valor R100 [(m²K/W)*100]	282
Muro		222
Piso ventilado		183

¿CUMPLIMIENTO?		
Certificado de ensayo NCh851 de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	Memoria de cálculo en base a NCh853. Of2007 o NCh 3117 por parte de profesional competente.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

b.- Riesgo de Condensación

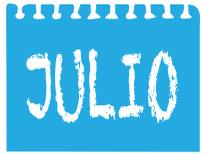
Las soluciones constructivas que se adopten deberán disminuir el riesgo de condensación superficial e intersticial mediante norma de cálculo NCh1973, considerando los criterios de cálculo que el MINVU ha definido para ello.

Análisis con datos de clima de la provincia asociada al PDA (NCh1079) del mes de Julio.



Temperatura de ambiente interior de 19°C.

Humedad Relativa del ambiente interior 65%, 75% y 80%.



c.- Infiltraciones de aire

Los proyectos de Vivienda Nueva deberán verificar el estándar que se señala en las siguientes tablas:

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Vivienda	Clase de infiltración de aire a 50 Pa (ach)	7



¿CUMPLIMIENTO?		
Certificado de ensayo NCh3295 de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	A falta de laboratorios acreditados en la certificación de ensaye para este estándar, se verifica mediante Especificaciones Técnicas Mínimas.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Puerta y ventana	Grado de estanqueidad al viento a 100 Pa (m ³ /hm ²)	10



¿CUMPLIMIENTO?	
Certificado de ensayo NCh3296 y NCh3297 de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

d.- Ventilación

Las viviendas deberán contar con un sistema de ventilación que garantice la calidad del aire interior mediante normas de cálculo NCh3308 y NCh3309. El sistema de ventilación deberá considerar sistemas mecánicos de salida del aire exterior, ubicados a lo menos en baños y cocina, pudiendo ser las entradas de aire natural o mecánica.

3.3. SEGUNDA ETAPA DEL PDA PARA VIVIENDA EXISTENTE Y VIVIENDA NUEVA

Vigente desde el 01.01.2018

La segunda etapa del PDA queda definida mediante el artículo 33 del decreto: "A partir del 1º de enero del 2018, toda vivienda nueva que se construya en la zona saturada y aquellas que a partir de esta fecha serán objeto del subsidio de acondicionamiento térmico referido en el artículo 29 del presente Decreto, deberán cumplir al menos los siguientes estándares:"

a.- Transmitancia térmica de la envolvente

Los proyectos de Vivienda Nueva y de Acondicionamiento Térmico de viviendas existentes deberán verificar el estándar que se señala en las siguientes tablas:

Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica.

Valores de R100 para elementos de techo, muro y piso ventilado.

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Techo	Valor U [W/m ² K]	0,28
Muro		0,45
Piso ventilado		0,50
Ventana		3,60 para AT
Puerta		1,70

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Techo	Valor R100 [(m ² K/W)*100]	357
Muro		222
Piso ventilado		200

¿CUMPLIMIENTO?		
Certificado de ensayo NCh851 y NCh3076 parte 1 y 2, según corresponda, de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	Memoria de cálculo en base a NCh853. Of2007, NCh 3117 y NCh3137 parte 1 y 2, según corresponda, por parte de profesional competente.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

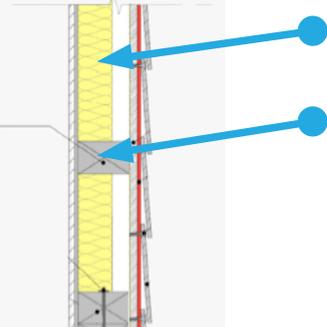
b.- Riesgo de Condensación

Las soluciones constructivas que se adopten deberán disminuir el riesgo de condensación superficial e intersticial mediante norma de cálculo NCh1973, considerando los criterios de cálculo que el MINVU ha definido para ello.

Análisis con datos de clima de la provincia asociada al PDA (NCh1079) del mes de Julio.



Temperatura de ambiente interior de 19°C.



Análisis para sección favorable (donde está el aislante).

Análisis para sección desfavorable (donde está la estructura).

Humedad Relativa del ambiente interior 65%, 75% y 80%.

c.- Infiltraciones de aire

Los proyectos de Vivienda Nueva y de Acondicionamiento Térmico de viviendas existentes deberán verificar el estándar que se señala en las siguientes tablas:

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Vivienda	Clase de infiltración de aire a 50 Pa (ach)	7

← INFILTRACIONES DE AIRE

¿CUMPLIMIENTO?		
Certificado de ensayo NCh3295 de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	A falta de laboratorios acreditados en la certificación de ensaye para este estándar, se verifica mediante Especificaciones Técnicas Mínimas.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

Elemento	Estándar	Temuco Padre las Casas
Puerta y ventana	Grado de estanqueidad al viento a 100 Pa (m ³ /hm ²)	10

← ESTANQUEIDAD AL VIENTO

¿CUMPLIMIENTO?	
Certificado de ensayo NCh3296 y NCh3297 de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

d.- Ventilación

Las viviendas deberán contar con un sistema de ventilación que garantice la calidad del aire interior mediante normas de cálculo NCh3308 y NCh3309. El sistema de ventilación deberá considerar sistemas mecánicos de salida del aire exterior, ubicados a lo menos en baños y cocina, pudiendo ser las entradas de aire natural o mecánica.

e.- Control de ganancias solares y aislamiento térmico de sobrecimientos

En proyectos de Vivienda Nueva, los complejos de ventanas según su orientación y valor de transmitancia térmica U, deberán cumplir con el porcentaje máximo de superficie, para cada orientación de los muros donde se instalen las ventanas y para la orientación "POND", según la siguiente tabla:

Porcentaje máximo de superficie de ventanas según orientación y valor U											
Zona PDA	Orientación U	% v/s Transmitancia térmica U									
		≤1,2	≤1,6	≤2	≤2,4	≤2,8	≤3,2	≤3,6	≤4	≤4,4	≤5,8
TCO y PLC	Norte	83%	80%	78%	76%	73%	69%	65%	60%	54%	0%
	O-P	51%	49%	47%	45%	42%	40%	36%	32%	27%	0%
	Sur	38%	36%	34%	31%	28%	25%	21%	17%	12%	0%
	POND	33%	31%	30%	28%	26%	24%	21%	17%	13%	0%

POND →

Cuando la vivienda posea menos del 60% de la superficie total de los muros perimetrales expuesta al ambiente exterior o a espacios contiguos abiertos o no acondicionados, se podrá utilizar como alternativa de acreditación el porcentaje indicado para la orientación "POND".



Todo complejo de ventana en techumbre, 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/m²K]

¿CUMPLIMIENTO?		
Certificado de ensayo NCh3076 parte 1 y 2, según corresponda, de laboratorio con inscripción vigente en registro MINVU.	Memoria de cálculo en base a NCh3137 parte 1 y 2, según corresponda, por parte de profesional competente.	Usando una solución constructiva del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

En proyectos de Vivienda Nueva, el sobrecimiento deberá incorporar aislamiento térmico periférico vertical, el cual deberá ser instalado por el exterior, ofreciendo continuidad con el aislamiento térmico del complejo de muro (cuando éste se instale por el exterior), debiendo cubrir la distancia entre el nivel de piso terminado y el hombro de la fundación.

PDA	R100 [(m²K/W)*100]
Temuco y Padre Las Casas	91

3.4. COMPARACIÓN REQUISITOS OGUC Y PDA

Requisito		O.G.U.C.	1ª etapa PDA vivienda existente (17.11.2015)	1ª etapa PDA vivienda nueva (17.11.2016)	2ª etapa PDA vivienda nueva y existente (01.01.2018)
Transmitancia térmica de la envolvente	Techo	$U \leq 0,33$ [W/m²K]	$U \leq 0,33$ [W/m²K]		$U \leq 0,28$ [W/m²K]
		$R100 \geq 282$ [m²K/W]	$R100 \geq 282$ [m²K/W]		$R100 \geq 357$ [m²K/W]
	Muro	$U \leq 1,6$ [W/m²K]	$U \leq 0,45$ [W/m²K]		
		$R100 \geq 50$ [m²K/W]	$R100 \geq 222$ [m²K/W]		
	Piso ventilado	$U \leq 0,50$ [W/m²K]	$U \leq 0,50$ [W/m²K]		
		$R100 \geq 183$ [m²K/W]	$R100 \geq 183$ [m²K/W]	$R100 \geq 200$ [m²K/W]	
	Ventana	% superficie ventana (permite vidrio monolítico)	No hay		Ver Control de ganancias solares
Puerta	No hay	No hay		$U_{puerta} \leq 1,7$ [W/m²K]	
Sobrecimientos	No hay	No hay		$R100 \geq 91$ [m²K/W]	
Riesgo de condensación		No hay	Cálculo NCh1973		
Infiltración de aire	Vivienda	No hay	Clase de infiltración de aire a 50 Pa =7		
	Puerta y ventana	No hay	No hay	Grado de estanqueidad al viento a 100 Pa =10	
Ventilación		No hay	Cálculo NCh3308 y NCh3309		

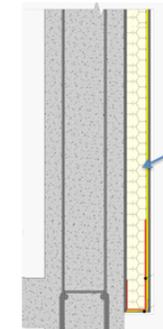
PARTE II



4. APLICACIÓN DECRETO SUPREMO N°8 PDA

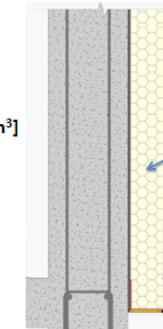
4.1. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE SOLUCIONES

Muro H.A. 150[mm]



Requisito OGUC
 $U \leq 1,6$ [W/m²K]

PEX 20 [mm] 15 [kg/m³]
 $U = 1,34$ [W/m²K]



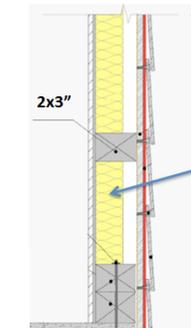
Requisito PDA
 $U \leq 0,45$ [W/m²K]

PEX 80 [mm] 15 [kg/m³]
 $U = 0,45$ [W/m²K]

Sólo se cambia el espesor del aislante para lograr el valor U de muro PDA.

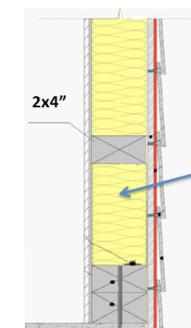
TABIQUE CON ESTRUCTURA DE MADERA

Se aumenta el espesor de la estructura de madera para tener una cámara interior mayor y ésta se rellena completamente (sin cámara de aire) con el mismo aislante, pero de distinta densidad, para lograr el valor U de muro PDA.



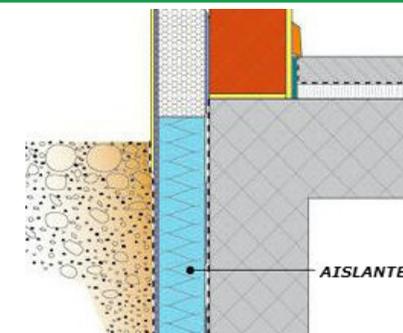
Requisito OGUC
 $U \leq 1,6$ [W/m²K]

Lana vidrio 20 [mm]
11 [kg/m³] +
Cámara de aire
 $U = 1,10$ [W/m²K]



Requisito PDA
 $U \leq 0,45$ [W/m²K]

Lana vidrio 90 [mm]
14 [kg/m³]
Relleno completo
 $U = 0,44$ [W/m²K]



Para sobrecimientos, incluir 4 [cm] de PEX de densidad 10 [kg/m³] para lograr un $R_{100} \geq 91$

Puerta de madera

Sólo se agregan 2 [cm] de aislante en cámara interior para lograr el valor U de puerta PDA.

Requisito PDA $U \leq 1,70$ [W/m²K]

Requisito PDA $U \leq 1,70$ [W/m²K]

Ejemplos: Aislante de Techumbre

	Requisito OGUC	Espesor de aislante para cumplir OGUC	Requisito PDA (2da etapa)	Espesor de aislante para cumplir PDA
Lana de vidrio densidad 11[kg/m³]	R100 ≥ 282 [m²K/W]	120 [mm]	R100 ≥ 357 [m²K/W]	160 [mm]
Lana de vidrio densidad 12,5[kg/m³]		120 [mm]		150 [mm]
Lana mineral densidad 40[kg/m³]		160 [mm]		200 [mm]
Lana de celulosa densidad 25,8[kg/m³]		130 [mm]		160 [mm]

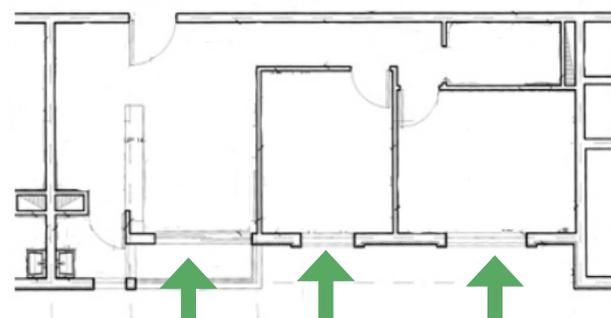
La División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) ha elaborado una herramienta de ayuda en formato Excel de libre uso para realizar o verificar cálculos de resistencia y transmitancia térmica de soluciones constructivas de muro, techumbre y piso ventilado.

Planilla "Cálculo Rt y U_DITEC_V2.0_2017"

4.2. TRANSMITANCIA TÉRMICA Y GANANCIA SOLAR DE VENTANAS

Determinar la superficie de ventanas por orientación, correspondiente a la suma de la superficie de vanos de los muros identificados para cada orientación.

Determinar orientación y superficie del paramento vertical por orientación de la envolvente e identificar fachadas expuestas a ambiente exterior, espacios contiguos abiertos o no acondicionados (aplicación de fachada POND).



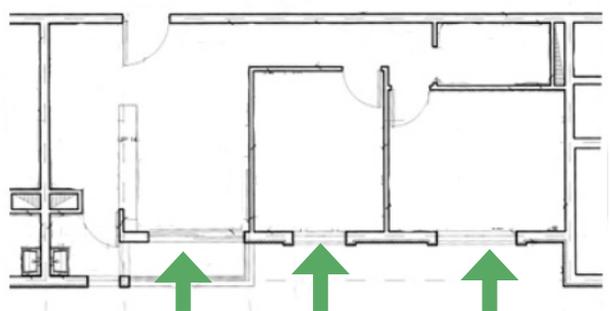
La superficie máxima de ventanas por orientación que podrá contemplar el proyecto de arquitectura (para Revisión o Diseño), corresponderá a la superficie que resulte de aplicar los valores porcentuales establecidos, respecto de la superficie de los paramentos verticales por orientación de la edificación.

Porcentaje máximo de superficie de ventanas según orientación y valor U											
Zona PDA	Orientación U	% v/s Transmitancia térmica U									
		≤1,2	≤1,6	≤2	≤2,4	≤2,8	≤3,2	≤3,6	≤4	≤4,4	≤5,8
TCO y PLC	Norte	83%	80%	78%	76%	73%	69%	65%	60%	54%	0%
	O-P	51%	49%	47%	45%	42%	40%	36%	32%	27%	0%
	Sur	38%	36%	34%	31%	28%	25%	21%	17%	12%	0%
	POND	33%	31%	30%	28%	26%	24%	21%	17%	13%	0%

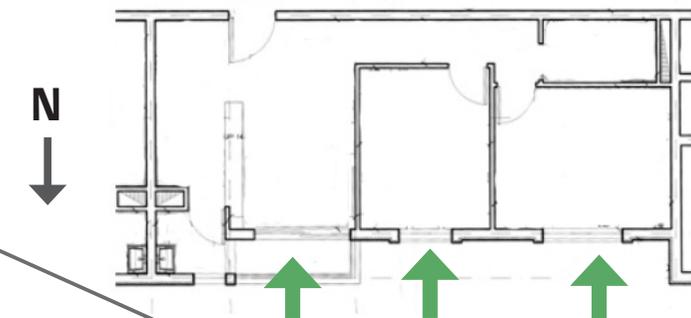
Cuantificando el presente ejemplo:

Fachada Principal	19,76 m ²	100 %
Ventanas fachada	7,15 m ²	36 %
Fachadas total	65,12 m ²	100%
Al exterior/No acond.	56,66 m ²	87 %

No aplica POND



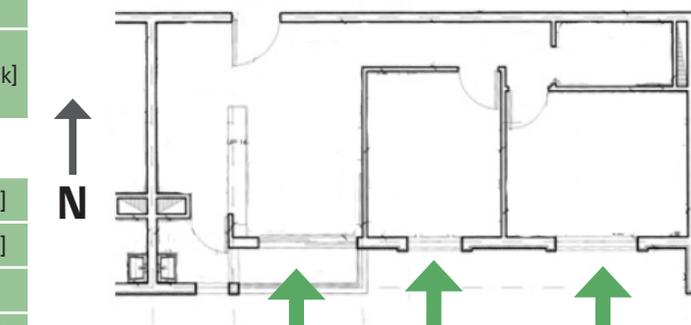
Departamento		Fachada Principal al NORTE
Fachada Principal	19,76 m ²	U max ≤ 4,4 [W/m ² k]
Ventanas fachada	7,15 m ²	



Porcentaje máximo de superficie de ventanas según orientación y valor U											
Zona PDA	Orientación U	% v/s Transmitancia térmica U									
		≤1,2	≤1,6	≤2	≤2,4	≤2,8	≤3,2	≤3,6	≤4	≤4,4	≤5,8
TCO y PLC	Norte	83%	80%	78%	76%	73%	69%	65%	60%	54%	0%
	O-P	51%	49%	47%	45%	42%	40%	36%	32%	27%	0%
	Sur	38%	36%	34%	31%	28%	25%	21%	17%	12%	0%
	POND	33%	31%	30%	28%	26%	24%	21%	17%	13%	0%

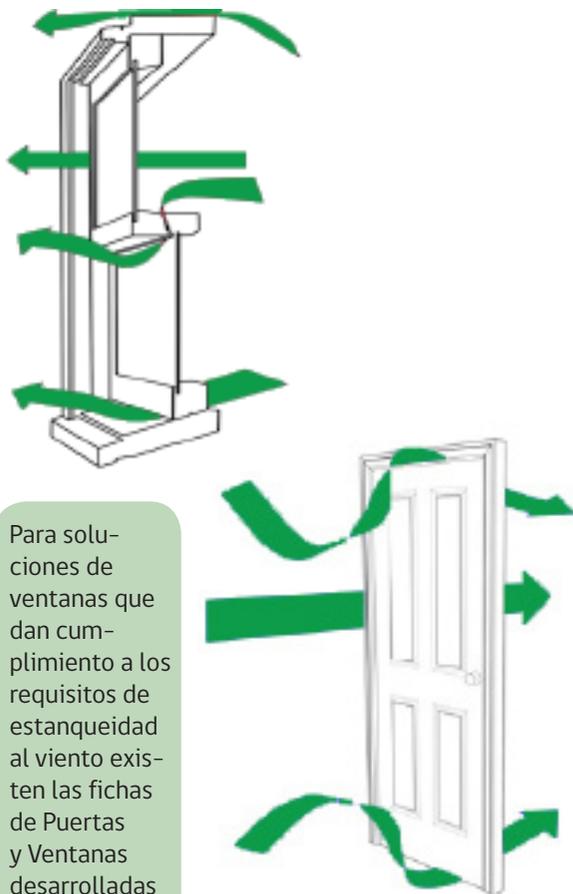
Departamento		Fachada Principal al SUR
Fachada Principal	19,76 m ² 100 %	U max ≤ 1,6 [W/m ² k]
Ventanas fachada	7,15 m ² 36 %	

Nueva superficie mínima a considerar	Tipo ventana	U max ≤ 1,6 [W/m ² k]	
		36 %	7,1 m ²
		31 %	6,1 m ²
		28 %	5,5 m ²
21 %	4,2 m ²	U max ≤ 3,6 [W/m ² k]	



NO OLVIDAR QUE VENTANAS Y PUERTAS TAMBIÉN DEBEN CUMPLIR EL REQUISITO DE ESTANQUEIDAD AL VIENTO.

Elemento	Grado de estanqueidad al viento a 100 Pa (m³/h m²)
Puerta y Ventana	10



Para soluciones de ventanas que dan cumplimiento a los requisitos de estanqueidad al viento existen las fichas de Puertas y Ventanas desarrolladas por la DITEC del MINVU.

3.1.V.A.19		Ventana de Abatir de Aluminio de 1,5 x 1,1mts				
INSTITUCIÓN	DITEC	VIGENCIA	NCh 3297			
ACREDITACION						
Documento	si	no	Documento / N° de Informe	Responsable		
Cálculo NCh 3137/(1y2)	X		Memoria de cálculo	DITEC		
Ensayo NCh 3076/1		X		---		
Ensayo NCh 3076/2		X		---		
Ensayo NCh 3297	X	---	1848	CITEC - UBB		
Clasificación NCh 3296						
DESCRIPCIÓN						
ESPECIFICACION TECNICA		DETALLE				
Ventana de Aluminio Abatir, dimensiones 1,5mts de ancho x 1,1mt de alto. Dos hojas de 0,75x1,1mts cada una, una fija y otra de abatir. Cámara receptora de condensación. Cristal DVH 3-6-3. Separador de espuma no metálico. Cierre tipo Manilla de parache unipunto. Burlite perimetral de PVC enriquecido con caucho, tipo 52-053P, flexible, anti hongos y resistentes a los rayos ultravioleta, dureza shore "A" 60+-2 ASTM D2240. Goma perimetral en el cristal, doble burlite perimetral en el marco y en la hoja. Despiches Interior: Dos dimensiones 8 x 5mm, ubicados a 112mm del perfil vertical izquierdo y 94mm del perfil vertical derecho. Altura de riel inferior lado interior: 18mm						
Porcentaje por Elemento	% Vidrio	% Marco	Espesor del perfil del marco (mm)			
	62%	18%	---			
COMPORTAMIENTO						
U	[W/m²K]	3,6	Rt	[m²K/W]		
				0,28		
CLASIFICACION SEGUN NCh 3296				Clase		
Pemeabilidad al aire a 100Pa		Según superficie total		4		
[m³/hm²]	[m³/hm²]					
2,1		Según junta de apertura		3		
		Clasificación Final de la Muestra		4		
EXIGENCIA PDA				Cumplimiento		
Emplazamiento	% máximo por orientación				Permeabilidad al aire a 100Pa [m³/hm²]	SI o NO
	N	O-P	S	POND		
Talca - Maule	77%	53%	40%	31%	10	SI
Temuco-Padre las Casas / Chillán - Chillán Viejo / Los Angeles	65%	36%	21%	21%		
Osorno / Valdivia	59%	28%	13%	16%	7	SI
Coyhaique	46%	28%	10%	13%		

Para consultar especificaciones y soluciones de elementos que permitan el cumplimiento a los requisitos de infiltración de aire en los elementos de la fachada de las viviendas, se puede recurrir a las fichas de Hermeticidad desarrolladas por la Unidad PPPF de SERVIU ARAUCANIA.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Gobierno de Chile

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE ACONDICIONAMIENTO TERMICO
SOLUCION CONSTRUCTIVA PARA LA HERMETICIDAD AL PASO DEL AIRE
EN EL ENCUENTRO DE SOLERA SUPERIOR CON ESTRUCTURA DE
TECHUMBRE EN VIVIENDA DE TABIQUERIA
DE MADERA EXISTENTE.

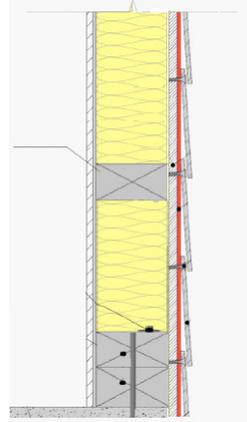
HI 6
SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA LA HERMETICIDAD AL PASO DEL AIRE EN INSTALACIONES

DETALLES CONSTRUCTIVOS

DETALLE 1 SE

ISOMETRICA DETALLE 1 SE

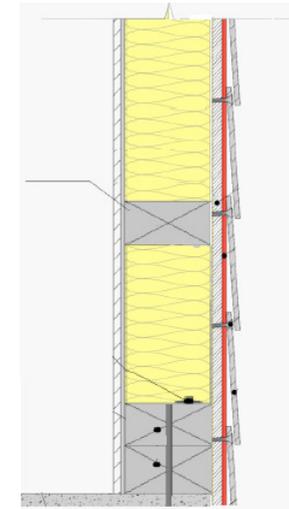
4.3. DISMINUCIÓN DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN DE TABIQUE



Se busca demostrar la disminución del riesgo de condensación de una solución constructiva correspondiente a un tabique.

El sistema constructivo base debe, a lo menos, cumplir con requisito de transmitancia térmica U del PDA.

La División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) ha elaborado una herramienta de ayuda, en formato Excel de libre uso, para realizar o verificar la disminución del riesgo de condensación superficial e intersticial de soluciones constructivas de muro, techumbre y piso ventilado



El caso base corresponde al tabique estructura de madera, forro interior en yeso-cartón, exterior fibrocemento sobre OSB con aislante térmico interior.

Se analiza primero la sección desfavorable del tabique, correspondiente a la sección de la estructura de madera del caso base.

Siguiendo las indicaciones de la propia planilla, se incorpora cada material, con sus propiedades térmicas y de permeabilidad al paso de vapor, y se tiene como resultado, para una humedad relativa interior del 80%, que **no hay riesgo de condensación superficial**, y que **sí hay riesgo de condensación intersticial en 4 puntos** al interior del tabique.



Planilla "Cálculo Condensaciones_DITEC_V2.7"

INTRODUCCIÓN
Los cálculos que se realizan con esta planilla, corresponden al procedimiento descrito en la NCh1372/2014. Esta norma presenta métodos de cálculo simplificados, que consideran que el transporte de humedad es solamente mediante la difusión de vapor y utiliza datos climáticos mensuales.

CRITERIOS Y CONDICIONES PARA EL CÁLCULO
1. Se deberá verificar la disminución del riesgo de condensación superficial e intersticial, comparando los resultados del cálculo de la solución constructiva original de la solución.
2. Se analizará el riesgo de condensación superficial e intersticial.
3. El análisis se realizará en el mes más desfavorable del año, julio, en dos secciones del sistema constructivo, la sección más favorable (ajustada) y la más desfavorable (estructura).
4. El cálculo se realizará bajo las siguientes condiciones:
a. Temperatura interior: 19°C
b. Temperatura Exterior: media mínima mensual (julio) de la provincia
c. Humedad Relativa Interior: 80%, 75% y 85%
d. Humedad Relativa Exterior: asociada a la temperatura media mínima de la provincia
e. Permeabilidad al vapor de agua: de los materiales que componen el sistema constructivo, según ANEXO MATERIALES o según informe de ensayo conforme a la NCh2457

INSTALACIONES DE USO PLANTA
Las celdas azules corresponden a valores de entrada
Las celdas verdes corresponden a resultados
Se debe realizar el análisis de condensación superficial primero e luego el de condensación intersticial

A. CONDENSACIÓN SUPERFICIAL
1. Seleccionar provincia
2. Seleccionar dirección de flujo de calor
a. Horizontal para elementos constructivos verticales (muros)
b. Ascendente: elementos constructivos horizontales - techo
c. Dependiente: elemento constructivo horizontal - piso ventilado
3. Ingresar resistencia térmica de la sección a analizar y no a la resistencia total de la P2
4. Ingresar Humedad Relativa del aire interior
a. 80%
b. 75%
c. 85%
5. Registrar resultados en hoja "RESULTADOS" según solución constructiva y para los 3 valores de HR indicados. Indicar si se produce o no condensación superficial.
Los datos de provincia, dirección del flujo de calor y la humedad relativa del aire interior, están vinculados con el cálculo de condensación intersticial (hoja "CONDENSACIÓN INTERSTICIAL").

B. CONDENSACIÓN INTERSTICIAL
6. Seleccionar el número de capas de la sección a analizar
7. Ingresar nombre de los materiales o vapor que componen la sección a analizar, desde el exterior hacia el interior
8. Ingresar la resistencia térmica de cada material o capa que compone la sección a analizar, según corresponda
9. Ingresar los espesores de cada material o capa que compone la sección a analizar, según corresponda
10. Ingresar la permeabilidad al vapor (δp [g/m²Pa]) de cada material o capa que compone la sección a analizar, según corresponda
11. Verificar resultado de riesgo de condensación intersticial para cada intrínseca. El riesgo de condensación intersticial se puede producir entre las capas de los diversos materiales o dentro de un material.
12. Registrar resultados en hoja "RESULTADOS" para las dos secciones analizadas en el caso base y en el caso proyectado, de cada elemento constructivo inferior al sistema y no condensación intersticial para los 3 valores de HR indicados, e indicar si se produce o no condensación intersticial.

HOJA / CELDA
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CS
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CA
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CB
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - IS

RESULTADOS

subíndice	θ (°C)	Psat (Pa)	sd acum (m)	P1 (Pa)	COND INT1
se	4,39	835,72	0,00	774,86	---
I1	4,72	854,76	1,17	870,26	SI
I2	4,85	862,56	5,28	1206,87	SI
I3	7,87	1062,40	6,91	1340,37	SI
I4	10,88	1301,33	8,54	1473,87	SI
I5	13,30	1587,68	10,18	1607,38	SI
I6	16,32	1927,04	11,81	1740,88	NO
si	17,39	1985,24	12,00	1756,52	---

CONVERSIÓN DE UNIDADES PARA δp

δp	(g/m²Pa)	(g/m²Pa)
0	0	0
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20

NOTA
Para el cálculo de μ, se consideró la permeabilidad al vapor de agua del aire como 1,0·2·2·10⁻¹⁰.
Valor determinado mediante ensayo por CITEC-UBB.

NOTA
Es recomendable que los elementos con una resistencia térmica mayor que 0,25 (m²K/W) se subdividan en un número de capas imaginarias cada una con una resistencia térmica menor que 0,25 (m²K/W).

RESULTADOS

CONDENSACIÓN SUPERFICIAL
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CS
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CA
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CB
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - IS

CONDENSACIÓN INTERSTICIAL
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - EI1 a EI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - CI1 a CI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - CI1 a CI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - EI1 a EI6

ANEXO MATERIALES
ANEXO MATERIALES

RESULTADOS

CONDENSACIÓN SUPERFICIAL
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CS
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CA
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CB
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - IS

CONDENSACIÓN INTERSTICIAL
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - EI1 a EI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - CI1 a CI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - CI1 a CI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - EI1 a EI6

Planilla "Cálculo Condensaciones_DITEC_V2.7"

INTRODUCCIÓN
Los cálculos que se realizan con esta planilla, corresponden al procedimiento descrito en la NCh1372/2014. Esta norma presenta métodos de cálculo simplificados, que consideran que el transporte de humedad es solamente mediante la difusión de vapor y utiliza datos climáticos mensuales.

CRITERIOS Y CONDICIONES PARA EL CÁLCULO
1. Se deberá verificar la disminución del riesgo de condensación superficial e intersticial, comparando los resultados del cálculo de la solución constructiva original de la solución.
2. Se analizará el riesgo de condensación superficial e intersticial.
3. El análisis se realizará en el mes más desfavorable del año, julio, en dos secciones del sistema constructivo, la sección más favorable (ajustada) y la más desfavorable (estructura).
4. El cálculo se realizará bajo las siguientes condiciones:
a. Temperatura interior: 19°C
b. Temperatura Exterior: media mínima mensual (julio) de la provincia
c. Humedad Relativa Interior: 80%, 75% y 85%
d. Humedad Relativa Exterior: asociada a la temperatura media mínima de la provincia
e. Permeabilidad al vapor de agua: de los materiales que componen el sistema constructivo, según ANEXO MATERIALES o según informe de ensayo conforme a la NCh2457

INSTALACIONES DE USO PLANTA
Las celdas azules corresponden a valores de entrada
Las celdas verdes corresponden a resultados
Se debe realizar el análisis de condensación superficial primero e luego el de condensación intersticial

A. CONDENSACIÓN SUPERFICIAL
1. Seleccionar provincia
2. Seleccionar dirección de flujo de calor
a. Horizontal para elementos constructivos verticales (muros)
b. Ascendente: elementos constructivos horizontales - techo
c. Dependiente: elemento constructivo horizontal - piso ventilado
3. Ingresar resistencia térmica de la sección a analizar y no a la resistencia total de la P2
4. Ingresar Humedad Relativa del aire interior
a. 80%
b. 75%
c. 85%
5. Registrar resultados en hoja "RESULTADOS" según solución constructiva y para los 3 valores de HR indicados. Indicar si se produce o no condensación superficial.
Los datos de provincia, dirección del flujo de calor y la humedad relativa del aire interior, están vinculados con el cálculo de condensación intersticial (hoja "CONDENSACIÓN INTERSTICIAL").

B. CONDENSACIÓN INTERSTICIAL
6. Seleccionar el número de capas de la sección a analizar
7. Ingresar nombre de los materiales o vapor que componen la sección a analizar, desde el exterior hacia el interior
8. Ingresar la resistencia térmica de cada material o capa que compone la sección a analizar, según corresponda
9. Ingresar los espesores de cada material o capa que compone la sección a analizar, según corresponda
10. Ingresar la permeabilidad al vapor (δp [g/m²Pa]) de cada material o capa que compone la sección a analizar, según corresponda
11. Verificar resultado de riesgo de condensación intersticial para cada intrínseca. El riesgo de condensación intersticial se puede producir entre las capas de los diversos materiales o dentro de un material.
12. Registrar resultados en hoja "RESULTADOS" para las dos secciones analizadas en el caso base y en el caso proyectado, de cada elemento constructivo inferior al sistema y no condensación intersticial para los 3 valores de HR indicados, e indicar si se produce o no condensación intersticial.

HOJA / CELDA
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CS
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CA
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CB
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - IS

RESULTADOS

subíndice	θ (°C)	Psat (Pa)	sd acum (m)	P1 (Pa)	COND INT1
se	4,39	835,72	0,00	774,86	---
I1	4,72	854,76	1,17	870,26	SI
I2	4,85	862,56	5,28	1206,87	SI
I3	7,87	1062,40	6,91	1340,37	SI
I4	10,88	1301,33	8,54	1473,87	SI
I5	13,30	1587,68	10,18	1607,38	SI
I6	16,32	1927,04	11,81	1740,88	NO
si	17,39	1985,24	12,00	1756,52	---

CONVERSIÓN DE UNIDADES PARA δp

δp	(g/m²Pa)	(g/m²Pa)
0	0	0
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20

NOTA
Para el cálculo de μ, se consideró la permeabilidad al vapor de agua del aire como 1,0·2·2·10⁻¹⁰.
Valor determinado mediante ensayo por CITEC-UBB.

NOTA
Es recomendable que los elementos con una resistencia térmica mayor que 0,25 (m²K/W) se subdividan en un número de capas imaginarias cada una con una resistencia térmica menor que 0,25 (m²K/W).

RESULTADOS

CONDENSACIÓN SUPERFICIAL
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CS
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CA
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CB
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - IS

CONDENSACIÓN INTERSTICIAL
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - EI1 a EI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - CI1 a CI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - CI1 a CI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - EI1 a EI6

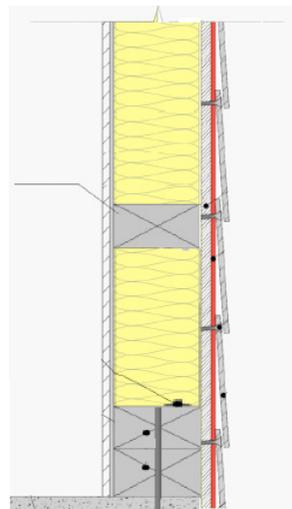
ANEXO MATERIALES
ANEXO MATERIALES

RESULTADOS

CONDENSACIÓN SUPERFICIAL
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CS
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CA
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - CB
CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - IS

CONDENSACIÓN INTERSTICIAL
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - EI1 a EI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - CI1 a CI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - CI1 a CI6
CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - EI1 a EI6

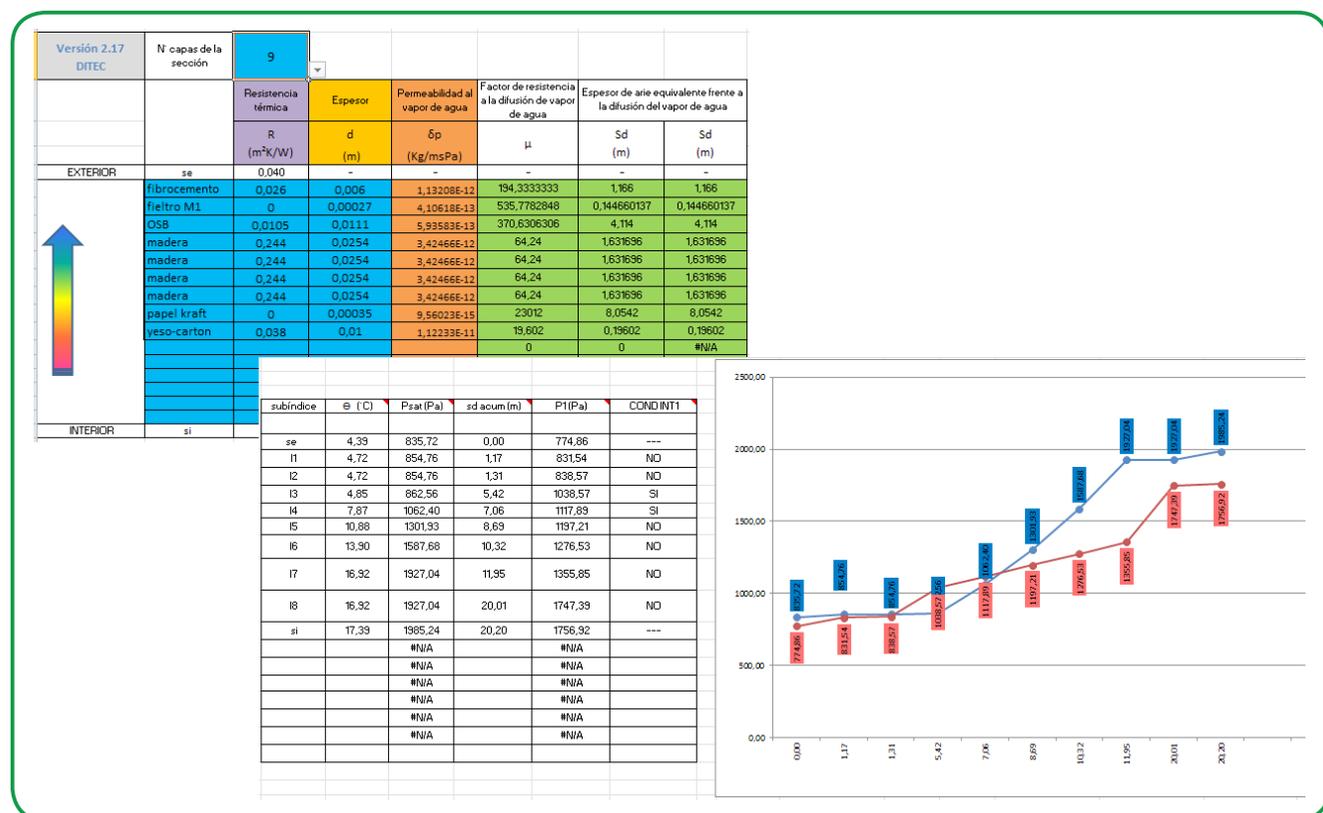
Planilla "Cálculo Condensaciones_DITEC_V2.7"



El caso mejorado incorpora una barrera de vapor bajo en revestimiento interior y una barrera de humedad entre los revestimientos exteriores.

Se analiza nuevamente la sección desfavorable del tabique, correspondiente a la sección de la estructura de madera del caso mejorado.

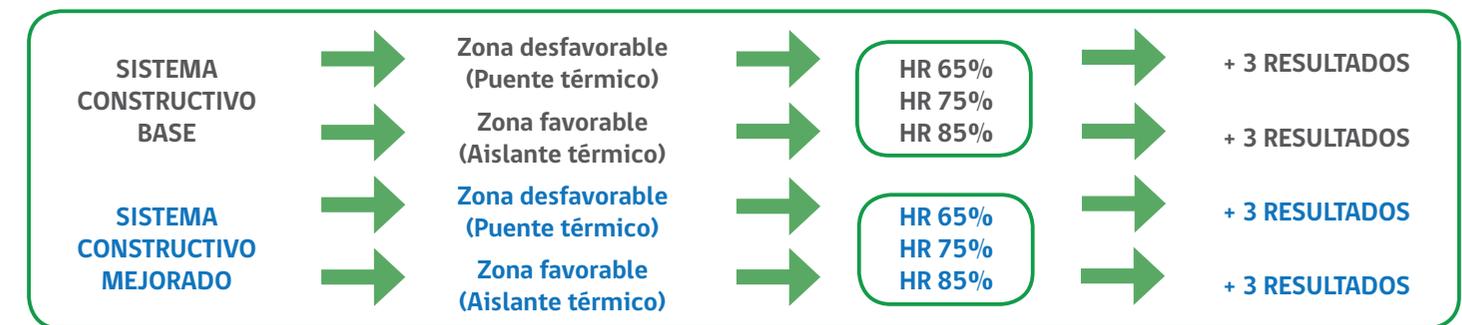
Siguiendo las indicaciones de la propia planilla, se incorpora cada material, con sus propiedades térmicas y de permeabilidad al paso de vapor, y se tiene como resultado, para una humedad relativa interior del 80%, que **no hay riesgo de condensación superficial**, y que ahora **sólo hay riesgo de condensación intersticial en 2 puntos** al interior del tabique.



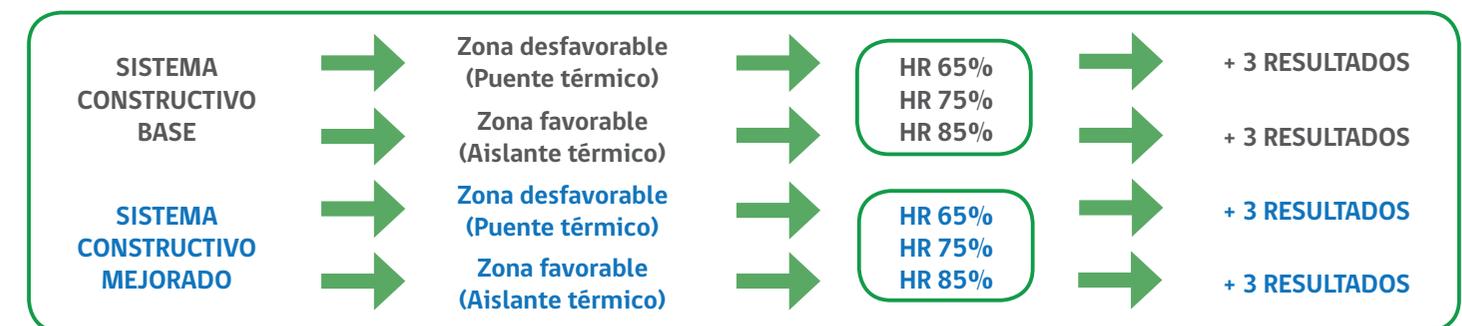
Para el cumplimiento del requisito PDA de disminución del riesgo de condensación de un proyecto de edificación, se **deben analizar todas las distintas soluciones de muro, techumbre y piso ventilado que componen la envolvente de la vivienda.**

Cada análisis debe considerar la comparación del sistema constructivo base frente al sistema constructivo mejorado: tanto para la sección favorable (zona de aislante térmico), como para la sección desfavorable (puente térmico por estructura) de cada sistema constructivo; y para las tres condiciones de humedad relativa del aire interior: 65%, 75% y 80%. Esto para la condensación superficial e intersticial.

ANÁLISIS CONDENSACIÓN SUPERFICIAL:



ANÁLISIS CONDENSACIÓN INTERSTICIAL:



Con el fin de contar con medidas concretas de eficiencia energética y sustentabilidad de fácil aplicación en viviendas, que permitan el diseño de viviendas con estándares superiores a los requerimientos exigidos por el PDA vigente, se incluyen en este instructivo aquellos requerimientos que complementan las exigencias del PDA.

5. ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

Los Estándares de Construcción Sustentable son una guía de buenas prácticas para mejorar el desempeño ambiental de las viviendas, que define parámetros de sustentabilidad, para el diseño, construcción y operación de viviendas nuevas o renovadas, utilizando criterios objetivos y verificables.

El documento "Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas" está dividido en 6 tomos, cada uno cubre una Categoría de sustentabilidad para el diseño, construcción y operación de viviendas en Chile. Cada categoría está compuesta por subcategorías las que contienen una serie de variables, llegando a un total de 59 en todo el documento.

Salud y Bienestar

Energía

Agua

Materiales y Residuos

Impacto Ambiental

Entorno Inmediato

www.csustentable.cl

5.1. CATEGORÍA SALUD Y BIENESTAR

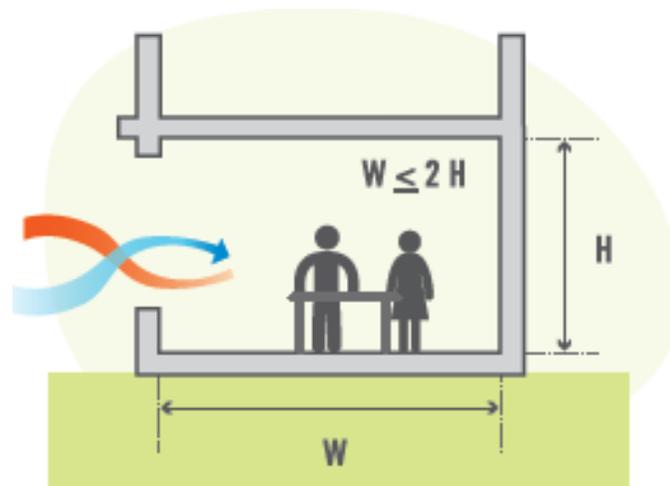
5.1.1. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

El objetivo de esta subcategoría es promover un ambiente interno saludable, por medio de sistemas de ventilación naturales o mecánicos, y fomentando medidas que permitan reducir la exposición a concentraciones de contaminantes dañinos para la salud, tanto en la etapa de construcción como en operación de las viviendas, fomentando las buenas prácticas en el ambiente construido.

Recomendaciones de diseño de sistemas de ventilación

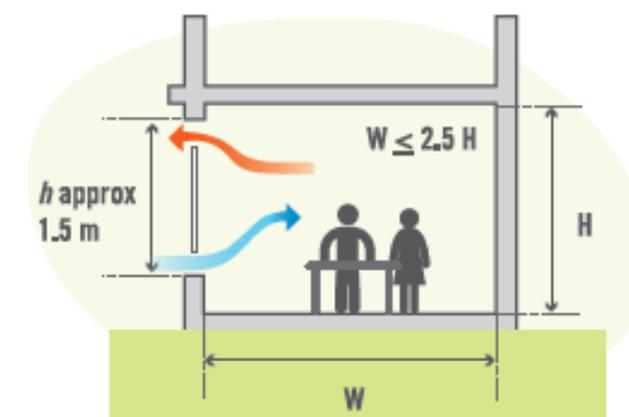
Ventilación por un lado con una abertura:

Para que un recinto tenga buena ventilación con una abertura por un solo lado del recinto, debe tener una profundidad no mayor a dos veces su altura.



Ventilación por un lado con doble abertura:

Para asegurar una buena ventilación en recintos cuya profundidad sea mayor a 2,5 veces su altura y con ventanas por un solo lado del mismo, se recomienda que el 50% de estas esté proyectado con doble abertura y con una diferencia de altura de 1,5 m, entre el punto más bajo y más alto del vano, lo que permitirá ventilar recintos más profundos.

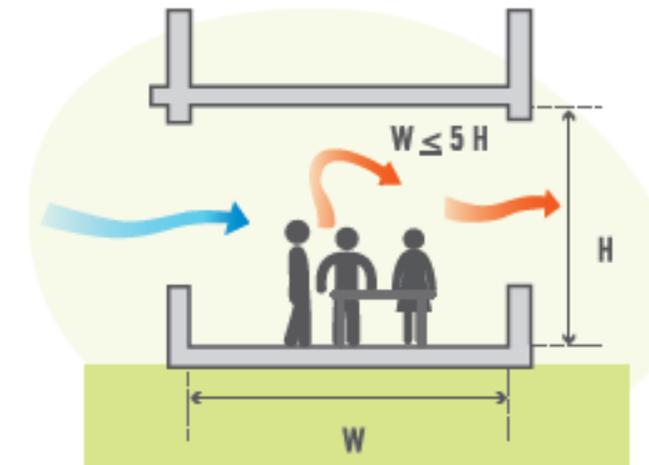


Ventilación cruzada:

Este tipo de ventilación funciona siempre y cuando la distancia entre cada vano no sea mayor a 5 veces la altura del recinto.

Precauciones para evitar ingreso de aire contaminado

Las ventanas que se pueden abrir deben estar separadas por lo menos 10 metros de fuentes de contaminación externa, tales como: Fuentes fijas, como procesos industriales que emitan MP; Fuentes móviles, como transporte en ruta o transporte fuera de ruta.



Especificar sistemas de ventilación forzada con filtraje mínimo del 20% o MERV 6.

Incorporar recuperador de calor

La incorporación de un recuperador de calor en sistemas de ventilación mecánica de manera de reducir las pérdidas térmicas propias de un sistema de ventilación tradicional.

- Se debe valorar si se puede evitar tener que generar el calor que se va a recuperar.
- Estimar cómo y cuándo se recupera la inversión, contrastando el costo económico del recuperador, con el ahorro económico que supone su instalación.
- Analizar las zonas donde se recupera el calor y las zonas de consumo.
- Tener en cuenta el enfriamiento gratuito como alternativa (free-cooling).

Minimizar la contaminación intradomiciliaria

Especificar sistemas de calefacción de baja o nula contaminación al interior de la vivienda:

- Sistema de calefacción centralizado, eléctrico o a gas.
- Calefactores de biomasa con cámara cerrada (leña o pellets de madera) certificados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, cuya emisión de material particulado sea menor a 1,6 g/h. Listado disponible en el sitio web de la SEC, sección Calefactores a Leña - Calefactores Certificados.

5.1.2. CONFORT HIGROTÉRMICO

El objetivo de esta subcategoría es asegurar que a través del diseño pasivo se logren niveles de confort higrotérmico apropiados para mantener un ambiente térmicamente confortable para los ocupantes de la edificación.

Confort higrotérmico pasivo

El diseño pasivo de la vivienda debe considerar medidas que garanticen el confort higrotérmico (temperatura y humedad) al menos por los períodos de tiempo indicados a continuación.

Llevar a cabo un estudio energitético, basado en simulaciones dinámicas que demuestren que el total de la vivienda permanece en zona de confort el período de tiempo que se indica en la Tabla 1.10 del Tomo I *Salud y Bienestar* de los Estándares de Construcción Sustentables. Los rangos de confort higrotérmicos están indicados en la Tabla 1.11 del Tomo I *Salud y Bienestar* de los Estándares de Construcción Sustentables.

LÍMITES DE CONFORT HIGROTÉRMICO PARA ZONA CLIMÁTICA F

Zona Térmica	Porcentaje del año dentro de la zona de Confort	
	40%	
F	Límite Inferior de Confort [C°]	Límite Superior de Confort [C°]
	19	25

En las viviendas donde se estime que existirá riesgo de no cumplir con el rango óptimo de humedad mencionado, se deberá considerar un sistema de deshumidificación. El rango de humedad relativa óptima para el interior de una vivienda será de 30% a 70%.

5.1.3. SOLUCIÓN AL SECADO DE ROPA

El objetivo de esta subcategoría es colaborar con la reducción de humedad relativa y problemas de condensación en el interior de las viviendas, promoviendo la especificación de un lugar o artefacto apropiado para el secado de ropa.

Espacio y/o equipamiento para secado de ropa

Diseñar y especificar un espacio o equipamiento de secado de ropa que cumpla con las siguientes características:

a. Espacialidad:

- En viviendas de 1-2 dormitorios, el espacio de secado debe ser capaz de acomodar 4 o más metros de línea de secado.
- En viviendas de 3 o más dormitorios, el espacio de secado debe ser capaz de acomodar 6 m de línea de secado.

- En edificaciones con dormitorios individuales, áreas compartidas y servicios compartidos, el espacio interno o externo para el secado de ropa debe tener un armazón o fijaciones que puedan acomodar 2 o más metros de línea para secado de ropa por dormitorio.
- Se debe asegurar que el espacio sea suficientemente cómodo como para el uso establecido.
- Asegurar que el emplazamiento del espacio de secado, esté separado de los espacios interiores de la vivienda, para no perjudicar su calidad del ambiente interior, en cuanto a temperatura, humedad relativa y luz natural.

b. Ventilación:

- El recinto debe contar con ventilación natural o mecánica y como mínimo debe cumplir con lo indicado en el numeral 4.1.1. Calidad del aire interior del Tomo I Salud y Bienestar de los Estándares de Construcción Sustentables.
- En caso de que no exista la posibilidad de tener un espacio de secado, según los requerimientos anteriores, se podrán considerar instalaciones especiales o una máquina secadora de ropa certificada energéticamente en Categoría A o la mejor Categoría existente.

5.1.2. MANUAL DE USUARIO DE LA VIVIENDA

El objetivo de esta subcategoría es fomentar la provisión de guías que permitan a los ocupantes comprender, mantener y operar sus viviendas de manera eficiente y con menor impacto ambiental.

Especificación del manual de usuario de la vivienda

En la etapa de Diseño del proyecto, el equipo a cargo del diseño deberá desarrollar el Manual de Usuario de la Vivienda que contenga como mínimo las recomendaciones de mantenimiento y operación para cada uno de los atributos de sustentabilidad que se incorporarán en el proyecto de la vivienda y que estén descritos en el documento Estándares de Construcción para Viviendas. Para mayor detalle refiérase a Anexo 1.2 del Tomo I Salud y Bienestar.

5.2. CATEGORÍA ENERGÍA

5.2.1. DESEMPEÑO ENERGITÉTICO EFICIENTE

El objetivo de esta subcategoría es establecer metas de reducción de demanda de calefacción y enfriamiento de las viviendas, buscando viviendas de bajo consumo energético hacia el año 2050.

Reducción de demanda de calefacción y enfriamiento

Demostrar mediante simulación computacional dinámica, que la vivienda cumple con demandas máximas de calefacción y enfriamiento proyectadas en kWh/m²/año, para el 2020, 2030, 2040 y 2050, para la zona F, según se indica en las Tablas 2.1. y 2.2. del Tomo II Energía de los Estándares de Construcción Sustentables.

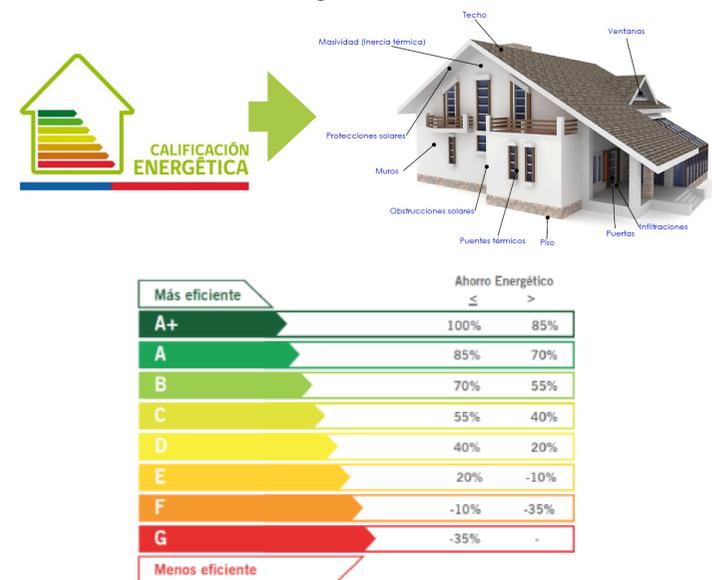
REQUISITOS DE DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN Y ENFRIAMIENTO DE CS PARA VIVIENDAS

Zona Térmica	Demanda de Calefacción [kWh/m ² /año]			
	2020	2030	2040	2050
F	135	100	67	30
	Demanda de Enfriamiento [kWh/m ² /año]			
	2020	2030	2040	2050
	5	5	0	0

Para determinar las demandas energéticas, se podrá optar por una de las siguientes alternativas:

a. Uso de las planillas de balance térmico dinámico (PBDT) de la Calificación Energética de Viviendas (CEV):

PBDT es un software con base en Microsoft Excel, capaz de realizar simulaciones dinámicas con base en la entrada de datos paramétricos de manera simplificada. Permite evaluar escenarios de demanda térmica en base a datos generales del diseño de arquitectura de la vivienda y equipos de climatización. Disponible de manera gratuita en www.calificacionenergetica.cl.



Un estudio acotado de aplicación de la CEV a viviendas que cumplen los requisitos de las distintas etapas del PDA realizado en SERVIU ARAUCANÍA mostró que una vivienda nueva que cumpla con los requisitos del PDA actualmente vigente en las comunas de Temuco y Padre Las Casas tendrá al menos letra D en el sistema CEV, con una demanda de energía para calefacción y refrigeración de 96,9 y 2,0 [kWh/m2año], respectivamente.

También el estudio indicó que una vivienda que logre superar los estándares del PDA, deberá lograr a lo menos una letra C más un porcentaje de ahorro de energía superior al 52 %, con demandas máximas esperadas para calefacción y refrigeración de 48,0 y 1,0 [kWh/m2año], respectivamente.

Nota: resultados actualizados a la herramienta CEV versión 2.2.

b. Uso de software de simulación energética de libre elección:

Deberá estar acreditado mediante el método estandarizado para evaluación de programas computacionales de análisis energético de edificios, ANSI/ASHRAE Standard 140-2014. Algunos programas de referencia son: Designbuilder, IES Virtual Environment, IDA ICE o EDSL Tas. Para acceder a un listado completo de aplicaciones, consultar el directorio publicado por la International Building Performance Simulation Association de Estados Unidos (IBPSA-USA) disponible en www.buildingenergysoftwaretools.com. Es necesario aplicar el filtro Whole-Building Energy Simulation (consulta de julio de 2017).

5.2.2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

El objetivo de esta subcategoría es reducir el consumo energético en enfriamiento y calefacción y mejorar el confort térmico de las viviendas a través de altos estándares de aislación e inercia térmica, logrando una envolvente que responda a las exigencias climáticas del entorno.

Indicador de masa térmica

Respetar el estándar mínimo de masa térmica indicado en la Tabla 2.9 y Tabla 2.10 del Tomo II Energía de los Estándares de Construcción Sustentables con el fin de velar por un óptimo desempeño energético de la vivienda.

EJEMPLOS DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y SU ÍNDICE DE MASA TÉRMICA

ÍNDICE DE MASA TÉRMICA		SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE MUROS
L	Liviano	Tabiquería en madera o perfilera metálica
M	Mediano	Albañilería de ladrillo de 140 mm de espesor
P	Pesado	Muros de hormigón armado de 200mm de espesor

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

MASA TÉRMICA MÍNIMA NECESARIA POR ZONA TÉRMICA

ZONA TÉRMICA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Índice mínimo de masa térmica	L	M	L	M	L	L	L	P	L

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

La forma de obtener el indicador de Masa Térmica es a través de la capacidad calorífica del o los elementos. Este cálculo debe considerar la sumatoria de todas las capas del elemento. Para la metodología específica de cálculo, revisar subcategoría correspondiente Tomo II Energía de los Estándares de Construcción Sustentables.

Puentes térmicos

Se deberán identificar puentes térmicos, y verificar que estos no posean una transmitancia térmica mayor al doble del elemento al que pertenecen.

Para el cálculo se deberán seguir los procedimientos indicados en la norma NCh 3136 que se indica en referencia.

5.2.3. EQUIPOS Y ARTEFACTOS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

El objetivo de esta subcategoría es asegurar que los sistemas de calefacción y enfriamiento de espacios, junto con los de generación de agua caliente sanitaria, estén dimensionados adecuadamente en función de las características de la vivienda y sean energéticamente eficientes en su operación.

Consumo de energía para sistemas de agua caliente sanitaria (ACS)

Se deberá lograr una reducción de un 5% en el consumo de energía para calentamiento de ACS, por medio de equipos de generación eficientes y/o hábitos de operación. En caso de utilización de energía solar térmica, se deberá lograr una reducción de consumo según lo establecido en la Tabla 2.16 del Tomo II Energía de los Estándares de Construcción Sustentables.

PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA PARA ACS, UTILIZANDO SST

ZONA TÉRMICA	PORCENTAJE DE AHORRO MÍNIMO DE ENERGÍA UTILIZANDO SST
	[%]
A	75
B	66
C	57
D	48
E	39
F	30
G	20
H	10
I	10

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

RENDIMIENTOS GENERALES MÍNIMOS DE LOS EQUIPOS DE CALEFACCIÓN, BASADOS EN EL PODER CALORÍFICO INFERIOR (PCI O LHV). CONFIGURACIÓN CENTRALIZADA

RENDIMIENTOS MÍNIMOS	RENDIMIENTO BASE	RENDIMIENTO ÓPTIMO	UNIDAD
Caldera a gas de condensación solo calefacción	0,97	1,0	Rendimiento promedio PCI
Bomba de calor suelo - aire o suelo agua	3,1	4,0	COP modo calefacción
Bomba de calor agua - agua o agua - aire	3,6	4,0	COP modo calefacción
Bomba de calor aire - agua o aire - aire	3,2	4,0	COP modo calefacción
Caldera mixta de condensación	0,97	1,0	Rendimiento promedio PCI
Caldera biomasa	0,9	0,94	Rendimiento promedio PCI
Caldera a gas para calefacción	0,9	0,94	Rendimiento promedio PCI

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

Aislación para cañerías

Las cañerías por donde circula el agua o aire caliente deben tener un nivel mínimo de aislación térmica, de acuerdo a lo indicado en las Tablas 2.18 y 2.19 del Tomo II Energía de los Estándares de Construcción Sustentables. Los tramos de cañería ubicados en la intemperie, deberán contar con aislación térmica resistente a la radiación UV.

REQUERIMIENTOS DE AISLACIÓN TÉRMICA PARA CAÑERÍAS POR DONDE CIRCULA FLUIDO CALIENTE POR EL INTERIOR DE LAS EDIFICACIONES

DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	ESPESOR (EN MM)		
	TEMPERATURA MÁXIMA DEL FLUIDO (°C)		
	> 40...60	< 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

REQUERIMIENTOS DE AISLACIÓN TÉRMICA PARA CAÑERÍAS POR DONDE CIRCULA FLUIDO CALIENTE POR EL EXTERIOR DE LAS EDIFICACIONES

DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	TEMPERATURA MÁXIMA DEL FLUIDO (°C)		
	> 40...60	< 60...100	> 100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

Aislación para ductos de aire

En el caso de ductos de aire (como en bombas de calor aire-aire o agua aire), se utilizarán los siguientes espesores de aislamiento.

REQUERIMIENTOS DE ESPESORES DE AISLACIÓN PARA DUCTOS DE AIRE CALIENTE

EN INTERIORES (mm)	EN EXTERIORES (mm)
20	30

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

Aislación para tanques de acumulación

Los tanques de acumulación deberán preferentemente ser verticales y esbeltos, además deberán contar con un nivel de aislación térmica de acuerdo a lo indicado en la Tabla siguiente:

ESPESOR REQUERIDO PARA AISLACIÓN TÉRMICA EN ESTANQUES DE ACUMULACIÓN

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA [W/m·K]	EN EXTERIORES [mm]V
0,04	50
Otro	$e = 50 \cdot \frac{\kappa}{0,04}$

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

Losa radiante

Las temperaturas de operación para losa radiante serán menores a 45°C. Cuando se instale losa radiante, los espesores de aislación para el suelo serán estimados de acuerdo a lo mostrado en la Tabla siguiente:

ESPEORES DE AISLACIÓN PARA LOSA RADIANTE

USO DEBAJO DEL SUELO CALEFACCIONADO	$U = \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	ESPESOR MÍNIMO NECESARIO		
		$\kappa = 0,025 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	$\kappa = 0,035 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	$\kappa = 0,04 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$
Local calefaccionado	1,33	19	26	30
Local sin calefaccionar o sobre tierra	0,8	31	44	50
Tº recinto subyacente ≥ 0°C	0,8	31	44	50
-5°C ≤ Tº recinto subyacente < 0°C	0,67	38	53	60
-15°C ≤ Tº recinto subyacente < -5°C	0,5	50	70	80

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

5.2.4. ESTÁNDARES DE ILUMINACIÓN INTERIOR

El objetivo de esta subcategoría es reconocer y promover la especificación de artefactos de iluminación eficientes en recintos interiores de las viviendas, junto con el uso eficiente de iluminación durante la operación.

Promover luz natural

Diseñar las viviendas maximizando el uso de iluminación natural, reduciendo el uso de iluminación artificial durante las horas del día. Para ello, se debe cumplir con el requerimiento "a" del numeral 1.1.5 Confort Lumínico y Visual, de la Categoría Salud y Bienestar, del Tomo I de los Estándares de Construcción Sustentables.

Desempeño energético

Especificar iluminación interior de baja densidad de potencia (W/m²), para valores máximos recomendados por recinto refiérase a Tabla 2.31 y planilla de cálculo 02a Anexo 2.3 del Tomo II Energía de los Estándares de Construcción Sustentables.

DENSIDADES REFERENCIALES DE POTENCIA EN ILUMINACIÓN

RECINTOS	W/M²
Comedor	6
Cocina	8
Dormitorio	5
Corredor	5
Baños	6
Otros recintos interiores	5

Fuente: MINVU, 2018. Estándares de Construcción Sustentables para Vivienda, Tomo II: Energía.

5.2.5. SISTEMAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

El objetivo de esta subcategoría es promover el uso de energías renovables que suministren una proporción del consumo de energía de una edificación, fomentando la generación distribuida y el autoabastecimiento.

Aporte en energías renovables

Velar por que las tecnologías de energías renovables suministren al menos el 10% del consumo energético total de la vivienda en zona urbana al 2020, el 20% al 2030 y 50% al 2050, mediante el suministro de electricidad, calefacción de espacios o de agua caliente sanitaria.

En el caso de las viviendas en zonas rurales se solicita suministrar como mínimo del total de la energía requerida un 20% al 2020, el 30% al 2030 y 50% al 2050.

REFERENCIAS

- MMA, 2015.** D.S. N°8, Establece Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5, para las comunas de Temuco y Padre Las Casas y de Actualización del Plan de Descontaminación por MP10, para las mismas comunas. Ministerio del Medio Ambiente Chile.
- IC, 2006.** Manual de Aplicación Reglamentación Térmica Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones Artículo 4.1.10. Instituto de la Construcción.
- MINVU, 2018.** Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile, Segunda Edición. Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable, Ministerio de Vivienda y Urbanismo. www.csustentable.cl
- CITEC UBB, 2014.** Manual de Hermeticidad para Edificaciones. Universidad del Bío-Bío.
- CDT, 2012.** Humedad por Condensación en Viviendas, Prevención y Soluciones. Corporación de desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción.
- MINVU, 2014.** Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico.
- MINVU, 2018.** Fichas Técnicas de Puertas y Ventanas PDA. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional DITEC, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MINVU, 2018.** Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas en Chile. Departamento de Tecnologías de la Construcción, DITEC, , Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- INN, 2010.** NCh2251:2010. Aislación térmica - Requisitos de rotulación de materiales aislantes.
- INN, 2014.** NCh853:2007. Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.
- INN, 2014.** NCh1973:2014. Comportamiento higrotérmico de elementos y componentes de construcción - Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial - Métodos de cálculo.