



FUNDAMENTA

10
J U L I O 2 0 0 3

Reglamentación Térmica

Una reglamentación térmica será un aporte para el país siempre y cuando la propuesta sea realista y prudente, de modo que no se genere un alza significativa en los costos de construcción.

Por esto, la reglamentación a implementar se debe basar en estándares cercanos a la realidad particular de nuestro país más que a patrones que se aplican a economías desarrolladas

I. Introducción

La habitabilidad de las edificaciones puede ser definida como la capacidad de éstas para proveer un ambiente confortable, en términos de bienestar térmico, acústico, visual, de seguridad, etc. Así, el concepto de habitabilidad está ligado al desarrollo global de las personas y se convierte en un requerimiento creciente a medida que las economías se desarrollan.

Estos requerimientos llevan a que al momento de diseñar una vivienda, deba considerarse que ésta brinde un ambiente confortable para sus ocupantes, a través de sistemas constructivos adecuados y de un diseño arquitectónico que permita aprovechar al máximo los beneficios del exterior. Por otro lado, independiente de las características propias de la vivienda, existen otros elementos que juegan un rol esencial en la provisión de un ambiente confortable, los que están asociados al comportamiento de los ocupantes y a las condiciones de vida de ellos.

En particular, respecto del bienestar térmico -que es uno de los determinantes de la habitabilidad- el Ministerio de Vivienda y Urbanismo -MINVU- impulsó en 1994 una política de mejoramiento de la calidad y de los estándares de construcción, definiendo un plan que considera tres etapas. La primera etapa, referente a la reglamentación de techumbres, fue incorporada a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones en el año 2000. La propuesta para la segunda etapa, correspondiente a la envolvente de la vivienda -pisos, muros y ventanas- ha estado en manos del Instituto de la Construcción, el cual presentará al MINVU las propuestas para que éste sancione su aplicación. Por último, la tercera etapa, referente a la certificación térmica y al comportamiento global de la vivienda, es complementaria a las etapas anteriores y ya se encuentra en etapa de «marcha blanca».

El objetivo de este informe es realizar un análisis crítico de la propuesta elaborada y su opciones en el marco de la segunda etapa del plan del MINVU, abordando los princi-

pales aspectos en los cuales no se ha llegado a un consenso entre los principales actores involucrados, en particular, aquellos que tienen relación con la reglamentación del complejo de muros. Respecto de ello, este informe concluye que la reglamentación a implementar se debe basar en estándares cercanos a la realidad particular de nuestro país más que a patrones que se aplican a economías desarrolladas.

Por otra parte, el documento aborda el tema del confort térmico de la vivienda desde una perspectiva más global, considerando a todos los factores que en su conjunto lo determinan. Así, se concluye que, a estas alturas de la discusión, sería recomendable adelantar la tercera etapa del plan del MINVU respecto de la certificación energética global de la vivienda.

II. Historia de la reglamentación

A fines de la década del 70, el Instituto Nacional de Normalización aprobó una normativa referente a certificación térmica. Sin embargo, ésta no tuvo carácter obligatorio ya que el MINVU no estimó que fuera necesario o conveniente incorporarla en la Ordenanza.

La primera iniciativa concreta respecto de las condiciones térmicas de las viviendas fue el «Programa de Incentivo al Acondicionamiento Térmico» de la Municipalidad de La Florida que se implementó en 1991, el cual estableció una certificación voluntaria en base a cuantificar las pérdidas que se producen a través de la envolvente de la vivienda. Este plan contemplaba un sistema de rebajas porcentualizadas a los derechos municipales de edificación para viviendas, establecimientos de edu-

cación y salud, otorgado en directa relación al acondicionamiento térmico del proyecto.

Algunos años después de la implementación de este programa, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo impulsó una política de mejoramiento general de la calidad y de los estándares de construcción, para lo cual definió un plan que considera tres etapas para su aplicación global.

En marzo de 2000 se incorporó la primera etapa, referente a la aislación de techumbres, elemento constructivo a través del cual se producen considerables pérdidas de energía. Ésta se incorporó como reglamento a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones -OGUC-¹, estableciéndose exigencias de aislación térmica para el complejo techumbre de todas las viviendas del país, con relación a una zonificación que cubre todo el territorio nacional, para lo cual el país se dividió en siete zonas que se clasificaron según variaciones climáticas de grados/día², latitud, longitud y altura del territorio³.

La segunda etapa complementará a la primera, y se refiere a la aislación térmica de la envolvente perimetral de las viviendas, es decir, muros, pisos y ventanas. Esta etapa se ha desarrollado a través del Instituto de la Construcción, cuya propuesta está próxima a entregarse al MINVU.

Para el desarrollo de la propuesta en esta segunda etapa se contemplaron cuatro instancias: un Comité de Diseño integrado por investigadores, profesionales, representantes del sector público y con posterioridad del sector privado, un Comité de Cofinancistas que integraron 19 empresas que financiaron los estudios, una validación macro sectorial que consultó la opinión de la Cámara Chilena de la Construcción y la de los Colegios Profesionales de Arquitectos, de Constructores y de Ingenieros y

¹ Se optó por incorporar la reglamentación en la OGUC dado que es el instrumento más adecuado porque su cumplimiento es obligatorio y de cobertura nacional. Además es aplicada por las direcciones de obras municipales y ello permite tanto el control de su cumplimiento como los eventuales ajustes locales. Las modificaciones de la Ordenanza son de exclusiva competencia del MINVU, es decir, no requieren de trámite parlamentario, otorgándole una mayor flexibilidad junto con la posibilidad de estar en permanente revisión y renovación.

finalmente el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el cual podrá o no considerar la propuesta para sancionar su aplicación.

Por último, la tercera etapa del plan del MINVU se relaciona con el comportamiento global y certificación energética de la vivienda, la que ya se encuentra en etapa de «marcha blanca», y es complementaria a la primera y segunda etapas. En esta fase se debe simular el comportamiento térmico de la vivienda en su integridad, incorporando todos los factores que influyen en el acondicionamiento climático y en el balance energético de los ambientes.

III. 2ª Etapa de Reglamentación Térmica: Proceso de elaboración de la propuesta

III.1 Resumen de las principales etapas

La elaboración de la propuesta ha estado en manos del Comité de Diseño antes mencionado, el cual contrató diversos estudios, partiendo por una recopilación de datos del Instituto Nacional de Estadísticas sobre el reconocimiento de tipologías de viviendas en las siete zonas geográficas predefinidas. A partir de una base de datos de permisos de construcción de viviendas construidas entre 1994 y 1998, se caracterizaron las construcciones de acuerdo a su superficie, número de pisos y materiales. De este modo, las viviendas se clasificaron en 15 tipologías que agrupan el 74% de las viviendas del país. Las 15 tipologías se definieron en base a criterios de superficie edificada, número de pisos de la vivienda, tipo de edificación -ca-

sas o departamentos- y materialidad de los muros perimetrales. Paralelamente se licitó un estudio a la Dirección de Extensión en Construcción de la Universidad Católica -DECON-, con el objetivo de determinar tipologías representativas de viviendas construidas en el país durante 1994 y 1998. Para esto se analizaron cinco permisos de construcción reales, en alrededor de 24 comunas, para cada una de las 15 tipologías. De este modo, una vez identificadas las características arquitectónicas de cada una de las viviendas, se definió un modelo para cada tipología, de modo que su comportamiento térmico promedio sea similar a lo obtenido en las cinco viviendas representativas.

Luego, un estudio que fue adjudicado a la Universidad de Concepción, estableció la demanda energética para cada una de las 15 tipologías suponiendo como régimen de uso una temperatura confort de 20°C como mínimo en el día y 17°C en la noche. Una vez conocidas las características de comportamiento térmico de las distintas tipologías, se simularon y valorizaron mejoramientos mediante la aplicación de diversas soluciones constructivas de aislamiento con el objetivo de hacer cálculos de rentabilidad para diferentes escenarios.

Por su parte, el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile en conjunto con la Asociación de Productores de Cemento - APROCEM- encargaron al Centro de Investigación Aplicada para el Desarrollo de la Empresa -CIADE-, de la Universidad de Chile, un estudio de viabilidad económica para la implementación de un sistema de aislación térmica. La conclusión principal del estudio es que la normativa no puede ser genérica, sino que específica para cada zona y tipología específica.

2 El concepto de grados/día se refiere a la diferencia -para un período de un día- entre la temperatura fijada como «base» y la media diaria de las temperaturas bajo la temperatura de base, igualando a la «base» aquellas superiores a ésta.

3 Las ciudades representativas de cada zona son: Antofagasta (zona 1), Valparaíso (zona 2), Santiago (zona 3), Concepción (zona 4), Temuco (zona 5), Puerto Montt (zona 6) y Punta Arenas (zona 7).

Recuadro: Elementos técnicos de la propuesta⁴

La propuesta del Instituto de la Construcción se basa en proponer exigencias utilizando las siete zonas para cada una de las 15 tipologías. Esta reglamentación, en el caso de los muros y pisos, se basará en términos del coeficiente de transmitancia térmica, U, que equivale al flujo térmico unitario a través de una solución constructiva. Análogamente, también se trabaja con su inverso, el coeficiente de resistencia térmica, R_t , el cual mide la resistencia del material al paso del calor. Cuanto más bajo sea el coeficiente de transmitancia térmica, lo que equivale a un mayor aislamiento, más alto será el valor del coeficiente de resistencia térmica. Una excepción es el caso del complejo de ventanas, en que también se podrá reglamentar en términos de la superficie de ventana máxima o respecto de un criterio de valor ponderado entre los coeficientes de transmitancia térmica de muros y ventanas. A continuación se presentan las propuestas de reglamentación para ventanas, pisos y muros.

Ventanas

Hay dos métodos en que se basaría la reglamentación: el método de superficie máxima de ventana y el de coeficiente de transmitancia térmica ponderada. El primer método determina los valores máximos de superficies de ventanas en los paramentos verticales de la envolvente, de modo de disminuir la ocurrencia del fenómeno de sobrecalentamiento. Bajo esta metodología, la propuesta se realizó sobre dos tipos de vidriado: vidrio monolítico y doble vidriado hermético.

El método del U ponderado⁵, otorga una mayor flexibilidad sobre la superficie de ventanas, ya que permite compensar aumentos de superficie de ventana por sobre la superficie máxima con mejoramientos térmicos del muro.

En la tabla N° 1 se presentan las exigencias por zona según el criterio utilizado.

Tabla N° 1: Exigencias para ventanas, muros y pisos por zona climática

Zona	VENTANAS				MUROS				PISOS	
	Superficie Máxima de Ventanas			U Ponderado W/m²K	OPCION A		OPCION B		VENTILADOS	
	Vidrio Monolítico	Doble Vidriado Hermético			U W/m²K	R_t m²k/W	U W/m²K	R_t m²k/W	U W/m²K	R_t m²k/W
		3,6 W/m²K ≤ U > 2,4 W/m²K	U ≤ 2,4 W/m²K							
1	50	60	80	No se aplica	4,3	0,23	4,0	0,25	3,60	0,28
2	40	60	80	3,80	3,1	0,33	1,8	0,56	0,87	1,15
3	25	60	80	2,80	2,1	0,48	1,5	0,67	0,70	1,43
4	21	60	80	2,48	1,9	0,53	1,3	0,77	0,60	1,67
5	18	51	80	2,25	1,8	0,63	1,1	0,91	0,50	2,00
6	14	27	55	1,86	1,3	0,83	1,1	0,91	0,39	2,56
7	12	28	37	1,33	0,8	1,25	0,6	1,67	0,32	3,12

4 Esta información fue presentada a la Cámara Chilena de la Construcción por el Instituto de la Construcción en marzo de 2003.

5 El coeficiente de transmitancia ponderado corresponde a la transmitancia térmica de muros multiplicada por la superficie de muros correspondiente, más la transmitancia térmica de ventanas multiplicada por la superficie de ventanas y todo esto dividido por la superficie total de los paramentos verticales de la envolvente de la vivienda. La reglamentación consistirá en que la transmitancia térmica promedio ponderada deberá ser igual o menor al lo señalado para la zona térmica que le corresponda a la localidad de la comuna en que se ubique el proyecto.

Pisos

Para la reglamentación se considerarán sólo los pisos ventilados, es decir, aquellos que no están en contacto directo con el terreno. Esta consideración se basa en que las pérdidas de calor en los pisos ventilados eran significativamente mayores que en los pisos no ventilados y, por otro lado, se demostró que la aplicación de aislación térmica en pisos no ventilados no provoca beneficios considerables -sólo un 3% en ahorro de energía-. La propuesta de reglamentación establece una transmitancia límite para la zona 1, de modo de evitar el uso de láminas extremadamente delgadas como piso, proponiéndose la incorporación de aislación térmica para el resto de las zonas. En la tabla N° 1 se muestran las exigencias para pisos por zona climática.

Muros

Calificarán en esta reglamentación sólo los muros perimetrales de la vivienda, en otras palabras, aquellos muros que limitan los espacios interiores de la vivienda con el espacio exterior o con uno o más locales abiertos.

El Comité de Diseño decidió presentar una propuesta que contempla dos opciones, opción «A» y opción «B», ambas significativamente diferentes en términos del impacto que implica sobre la actividad de la construcción, debido principalmente a que la opción «B» conlleva un costo muy por encima del costo asociado a la opción «A». Esta diferencia en costos se debe a que hay sistemas constructivos que se podrán seguir construyendo del mismo modo según una propuesta o que deberán contemplar modificaciones según la otra.

Los autores de la alternativa «A» optaron por proponer una mejoría mediante una transmitancia razonable de modo de evitar la condensación superficial en muros, mientras que los autores de la alternativa «B» proponen una transmitancia que mejora sustancialmente los estándares de la vivienda actual. Las diferentes propuestas consideran los tres principales sistemas constructivos: hormigón armado, albañilería de ladrillo cerámico y estructuras de madera o perfil metálico. En la tabla N° 2 se muestran las distintas exigencias para cada sistema constructivo según las alternativas propuestas.

Tabla N° 2: Exigencias para distintos sistemas constructivos, según propuestas para reglamentación de muros

Sistemas Constructivos	Opción A	Opción B
Hormigón Armado	Se podrá utilizar sin modificaciones en la zona 1. Se debe mejorar en la zona 2 y considera incorporar aislación térmica desde la zona 3 a la 7.	Se podrá utilizar sin modificaciones sólo en la zona 1 y se debe incorporar aislación térmica desde la zona 2 a la 7.
Albañilería de ladrillo cerámico	Se considera utilizar desde la zona 1 a la 3 -inclusive- la albañilería habitual, con un coeficiente U igual a 2,1 W/m ² K, con mejoramientos para las zonas 4 y 5. En el caso de las zonas 6 y 7, se propone incorporar aislación térmica.	Sólo se podrá utilizar la albañilería habitual en la zona 1, y se propone realizar mejoras en la zona 2. Para las zonas 3 a 7 se propone incorporar aislación térmica.
Estructuras de madera o perfil metálico	En las zonas 1 y 2, no se considera utilizar estructuras con aislación térmica. Para el resto de las zonas, se debe incorporar aislación térmica.	Contempla utilizar aislación térmica en las zonas 2 a 7. La zona 1 no requiere aislación.

Respecto de las puertas, éstas deberán tener -en todas las zonas térmicas- un coeficiente de transmitancia térmica máximo de 3 W/m²K. En el caso de las puertas de vidrio, se considerarán como superficie de ventana sólo en la parte correspondiente al vidrio.

III.2 Evaluación económica de la propuesta: Análisis parcial

Para evaluar económicamente la implementación de la reglamentación térmica, el Comité de Diseño adjudicó al DECON la licitación del estudio de rentabilidad.

Para cumplir con este objetivo, se calculó el costo de las distintas soluciones de mejoramiento térmico para cada una de las 15 tipologías. A su vez, se estimó el ahorro energético que este mejoramiento implicaba para cada una de las zonas térmicas, suponiendo un régimen de temperatura de 20° C durante el día y 17° C durante la noche. De este modo, al obtener el

ahorro potencial valorado y la inversión asociada a cada solución constructiva, se calculó el Valor Actual Neto -VAN⁶- de cada alternativa, obteniéndose así la solución óptima para cada tipología -la de mayor VAN-. También se realizaron análisis de sensibilidad para diferentes escenarios. Por último, mediante un promedio simple de los VAN y los U óptimos que resultaron para cada tipología en las distintas zonas, se determinaron los valores de transmitancia térmica recomendables para cada zona.

Los principales resultados del estudio de rentabilidad del DECON son:

⁶ Para lo cual se utilizó una tasa de costo del capital de 7,8% y un horizonte a 20 años plazo.

- En la zona 1, sólo es rentable aislar térmicamente en tres tipologías de vivienda (3, 7 y 12).
- En la zona 2, es rentable aislar en cinco tipologías.
- En la zona 3, en nueve de las quince tipologías resultó rentable aislar térmicamente.
- De la zona 4 a la 7, implementar una reglamentación térmica es rentable para todas las tipologías de viviendas.

Como aporte a los estudios que se realizaron en el Instituto de la Construcción, APROCEM le solicitó al CIADE, un estudio de viabilidad económica de establecer exigencias a nivel nacional sobre aislación térmica de muros.

A diferencia del estudio que realizó el DECON, el análisis realizado por el CIADE considera el gasto en calefacción efectivo en que incurren las familias para las diferentes tipologías de viviendas y zonas climáticas y no parte de un supuesto de una temperatura promedio para todos los hogares de 20° C durante el día y 17° C durante la noche.

De este modo, a partir de la información disponible de la «Encuesta Nacional de Presupuestos de 1997» publicada por el INE, se calculó cuánto gasta en promedio una familia en diferentes combustibles en el hogar según cada tipología de vivienda y para cada zona climática. A este consumo se le restó el consumo mínimo de los meses de verano -cuando no se utiliza calefacción- arrojando un gasto promedio anual por familia de \$40.000. Una vez calculados los gastos anuales por tipo de vivienda y zona climática, se estimó la demanda hasta el año 2011 -sobre la base de los permisos de edificación otorgados- y se estableció el efecto residual de las soluciones constructivas.

Con esta proyección se realizó un análisis comparativo de rentabilidad de la situación con y sin proyecto, para lo cual se consideraron los costos de inversión y porcentaje de ahorro en calefacción asociado a cada una de las soluciones propuestas⁷.

Los principales resultados del análisis de rentabilidad son:

- No es rentable aislar en ninguna de las tipologías pertenecientes a las zonas 1 y 2.
- Para la zona 3 es rentable aislar en sólo una tipología (7).
- De las zonas 4 a 7, sólo tres de las quince tipologías presentan rentabilidad positiva.

En otras palabras, en ninguna zona del país es rentable aislar térmicamente las viviendas construidas en hormigón y albañilería, en tanto que desde la zona tres al sur es rentable aislar las soluciones de madera.

Como se menciona en el recuadro sobre el análisis técnico de las propuestas, el Instituto de la Construcción presentará al MINVU una propuesta para el complejo ventanas y una propuesta para el complejo pisos, sobre los cuales hay unanimidad. Sin embargo, respecto del complejo muros, al no existir un consenso al interior del Instituto, se presentarán al MINVU dos opciones de reglamentación⁸.

La opción «A», se concibió a partir de los antecedentes que aportaron los estudios de impacto económico, estableciendo valores o estándares mínimos que permiten controlar el riesgo de condensación superficial y que no modifica sustantivamente los actuales y sistemas constructivos. En tanto, la opción «B» se generó a partir de estudios y análisis técnicos que realizaron académicos que participaron en el Comité de Diseño, optando por una transmitancia que incrementa en gran medida los estándares de la vivienda actual.

Debido a que las exigencias que proponen ambas opciones son diferentes, el costo asociado a la implementación de la normativa es significativamente distinto en cada caso. En la tabla N° 3 se muestra la inversión anual por reglamentación térmica por zona para cada alternativa.

⁷ Para el costo del capital, se utilizó la TIR media de las letras hipotecarias con quince años o más de vencimiento -8%. Para la evaluación se consideró una solución térmica para un valor de U fijo para todas las zonas y tipologías y un horizonte de evaluación de 10 años.

⁸ Cabe hacer presente que el MINVU puede reglamentar con una de estas opciones, una combinación de ambas o una nueva que prescinda de las planteadas por el Instituto de la Construcción.

Tabla N° 3: Inversión anual por reglamentación térmica de muros. Propuestas A y B (millones de US \$)

Zona térmica	Ciudad representativa	Propuesta A	Propuesta B
Zona 1	Antofagasta	0,0	0,0
Zona 2	Valparaíso	0,0	0,7
Zona 3	Santiago	3,8	38,7
Zona 4	Concepción	0,3	13,4
Zona 5	Temuco	2,3	2,8
Zona 6	Puerto Montt	0,6	0,6
Zona 7	Punta Arenas	0,3	0,3
Suma	Total país	7,3	56,6

Estimaciones efectuadas por el Instituto del Cemento y del Hormigón.

Las mayores diferencias entre ambas alternativas ocurren en aquellas zonas con la mayor cantidad de construcciones habitacionales, es decir, entre las zonas 2 a 5, especialmente en Santiago. La gran diferencia radica en el hecho que el coeficiente de transmitancia máximo para la alternativa B es menor -más exigente- que el de la alternativa A, lo que implica que bajo la propuesta B se aísla inclusive la albañilería de ladrillo, lo que no ocurre en la alternativa A.

III.3 Evaluación global de la propuesta: ¿Es necesario regular?

Ahora bien, las preguntas que surgen son: ¿es necesario implementar exigencias en términos de calidad y de estándares de la construcción?, y por otro lado, ¿estas exigencias efectivamente mejorarán el confort térmico de la vivienda?

La primera pregunta es un problema económico, donde se deben comparar los beneficios versus los costos de implementar la reglamentación. Los análisis de rentabilidad pusieron de manifiesto que cambios en los supuestos utilizados arrojan resultados totalmente disímiles. Es así como la determinación de los estándares de temperatura interior y la estimación del gasto en calefacción, son factores cruciales a la hora de deter-

minar la conveniencia económica de la reglamentación. En efecto, el régimen de temperatura tiene una gran incidencia en la estimación del consumo de combustible, y es así como el suponer una temperatura óptima de 20° C durante el día y 17° C durante la noche -como supone el DECON- arroja un gasto energético que es aproximadamente cuatro veces mayor que si se supone una temperatura constante e igual a 17° C. Por lo tanto, bajo este último escenario, el ahorro energético -y a su vez el VAN- que supone la implementación de una reglamentación térmica, será significativamente menor que si se supone un régimen de 20° C durante el día y 17° C durante la noche. Por esto es relevante mencionar que los estándares de confort térmico están directamente relacionados con el nivel de ingreso de las personas. De este modo, un país más desarrollado y con alto ingreso per cápita, probablemente tendrá una reglamentación más exigente en términos de materiales y construcciones. En el caso chileno, lo que se requiere es que la normativa se base en estándares mínimos aceptables y no en óptimos calculados en base a otros países, que tienen realidades distintas en términos económicos, climáticos y culturales. Por su parte, debe tenerse en mente que una reglamentación

muy exigente será regresiva y favorecerá en mayor medida a los estratos socioeconómicos más altos. En efecto, dado que se supone un gasto en calefacción mensual constante para todos los hogares, el beneficio neto será mayor para los hogares de mayores recursos ya que, como el gasto mensual en calefacción está por sobre la media, el beneficio neto asociado también será mayor. Por otro lado, para las familias de menores recursos es probable que el gasto mensual sea menor que la media, por lo que el beneficio asociado al ahorro de energía será más bajo⁹. La segunda pregunta, referente a la efectividad que tendrá la implementación de la normativa sobre el confort térmico de la vivienda, hay que analizarla a la luz de los factores que determinan el desempeño energético de la vivienda y ver qué aporte tiene el cumplimiento de estándares de aislación térmica sobre el confort ambiental de ésta. Para esto hay que considerar que la vivienda es un sistema dinámico, por lo que el análisis de su comportamiento térmico no se limita sólo a evaluar las propiedades térmicas de los materiales constituyentes, sino que se debe entender su funcionamiento como un sistema integral -Hunn, 1996-. Siendo así, vale la pena mencionar otros factores relevantes que determinan en su conjunto el grado de confort térmico de una vivienda, y que si bien no son abordados en esta etapa del plan del MINVU, deben tenerse en cuenta a la hora de evaluar las propuestas.

Como objetivo de la regulación se planteó la reducción y optimización del consumo de energía por concepto de calefacción, de modo de reducir las emisiones intradomiciliarias y disminuir las enfermedades que son producto de estas emisiones. Sin embargo, el cumplimiento de este objetivo no es tan evidente que provenga de implementar una reglamentación en base a estándares de materialidad y calidad de las construc-

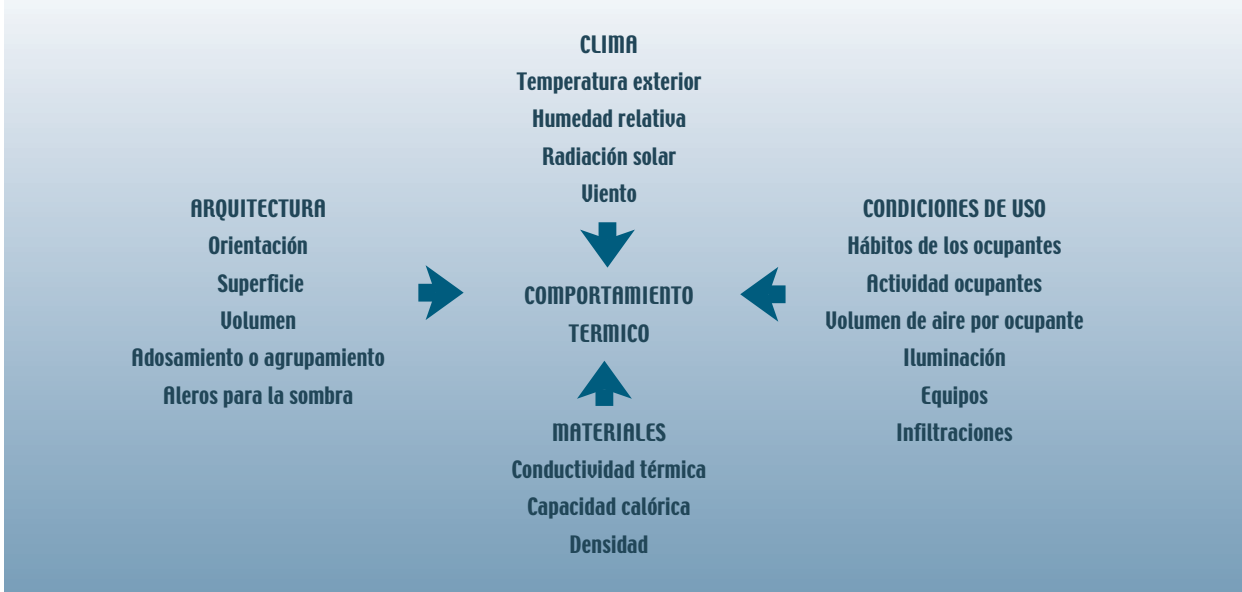
ciones, ya que no incluyen variables de diseño o de agrupamiento que son tanto o más relevantes.

A su vez, los sistemas de calefacción que se utilicen al interior de la vivienda son determinantes a la hora de evaluar el comportamiento térmico de ésta. Este es el caso de los sistemas de llama abierta, los que producen una gran cantidad de agua que permanece en el interior de la vivienda, y si no se dispone de suficientes sistemas de ventilación, se produce el fenómeno de la condensación. Este fenómeno -que provoca enfermedades y además daña los materiales de la vivienda disminuyendo la vida útil de ésta- se produce como consecuencia del alto nivel de humedad interior y/o a las bajas temperaturas superficiales de los muros. Este problema se incrementa si se añade el efecto de otras fuentes generadoras de vapor de agua, como por ejemplo la evaporación de agua como consecuencia del lavado y secado de ropa, el número de personas que habitan respecto al volumen de la vivienda, la actividad física de los ocupantes, etc. Por otro lado, aparte de los sistemas de calefacción, existen otros factores que determinan el confort térmico de una vivienda. Este es el caso del diseño arquitectónico, el cual debe ser pensado de modo que maximice los beneficios externos -por ejemplo, una buena orientación que permita aprovechar la luz solar-. Así también el agrupamiento es un factor importante. Está demostrado que el efecto de agrupar viviendas -en pareos, baterías de viviendas y edificios- sobrepasa al efecto de aislar muros individuales. A estos factores se añade también el factor de localización de la vivienda, el que determina en gran parte las necesidades de sistemas de calefacción.

Todos los factores mencionados determinan en su conjunto los mecanismos de transferencia de calor desde y hacia el interior de la edificación, obteniéndose como resultado la temperatura ambiental interior -ver Figura N° 1-.

⁹ Esta conclusión se basa en el supuesto de que no existan diferencias significativas en la inversión en aislación térmica por metro cuadrado de muro.

Figura N° 1: Factores que influyen en el comportamiento térmico de la vivienda¹⁰



Así, las interacciones que se aprecian en la Figura N° 1 deberían tenerse en mente al momento de evaluar una reglamentación de aislación térmica de la vivienda. Esto nos lleva a concluir que ésta representa una herramienta más que podría ayudar a mejorar la situación de muchas viviendas que presentan un deficiente comportamiento energético, pero no es la única forma de lograr estos objetivos, ni necesariamente la más económica.

IV. A modo de conclusión

En 1994 el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo -MINVU- impulsó una política de mejoramiento de la calidad y de los estándares de la construcción, proyecto que se concretó en marzo de 2000 cuando se incorporó a la Ordenanza la regla-

mentación de techumbres -primera etapa-. Hoy está en manos del Instituto de la Construcción presentar al MINVU la propuesta de reglamentación para la segunda etapa que corresponde a la envolvente de la vivienda, esto es, pisos, muros y ventanas. Respecto de los muros, al no haber consenso respecto de las propuestas, se presentarán al MINVU dos alternativas muy diferentes en términos de exigencias -propuestas A y B-, lo que implica que el desembolso de costos de ambas opciones es significativamente distinto.

Según estimaciones efectuadas por el Instituto del Cemento y del Hormigón, la opción B implica un desembolso aproximado de US\$ 56 millones al año, mientras que el costo asociado a la alternativa A alcanza a unos US\$ 7 millones anuales. Esta diferencia significativa radica en el hecho que la propuesta B

10 «Evaluación del Desempeño Energi-Térmico de una Vivienda Social en Chile, utilizando un Programa de Simulación Energética de Edificios», Sergio Vera y Martín Ordenes; Revista Ingeniería de Construcción, Volumen 17 N°3, Pontificia Universidad Católica de Chile.

es más exigente que la A. De implementarse la opción B, se produciría un importante cambio tecnológico, especialmente en la zona comprendida entre la Región Metropolitana y la VIII Región, precisamente el área más poblada del país.

Si la mayoría de las construcciones no cumplen con los estándares que se podrían exigir y deben añadir por dentro o por fuera un aislante en los muros, se va a agregar un sobrecosto a la construcción. La pregunta es: si hemos vivido durante décadas y décadas construyendo en albañilería, ¿es tan malo el estándar como para agregar un sobrecosto de tal magnitud a la construcción de las viviendas?...que en números muy gruesos, sería del orden de 20 a 30 UF por cada vivienda social. Además de este mayor costo, la nueva reglamentación podría significar una pérdida de superficie útil del orden de 1 m² como resultado del espesor del nuevo revestimiento interno.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, el hecho de utilizar solamente aislación térmica no asegura un adecuado comportamiento energético de la vivienda, sino que se debe integrar con otras estrategias de control térmico. En este punto hay que destacar el importante rol que juegan los sistemas de calefacción y ventilación en el desempeño energético de la vivienda. De este modo, siendo la vivienda un sistema dinámico, en que todos los factores de forma y de uso por parte de los ocupantes interactúan entre sí, no se debe considerar la reglamentación como la «solución» a los problemas de contaminación intradomiciliaria y la manera más efectiva de ahorrar energía. Del mismo modo, tampoco se deben considerar a los muros, pisos, techos y ventanas como unidades individuales e independientes, sino que debe buscarse una solución en conjunto para las distintas formas y tipos de viviendas, considerando la situación de ocupación de éstas y para las diferentes

circunstancias climáticas en que los materiales deben actuar. En este contexto, sería más apropiado adelantar la tercera etapa de reglamentación, de modo de que la certificación energética de la vivienda sea en función de los complejos de techumbres, ventanas, muros y pisos como un todo. Además, estas exigencias deben estar en el marco de lo mínimo aceptable, de modo que se solucionen problemas graves como la condensación, pero que no agreguen un gran costo a la construcción pretendiendo elevar sustantivamente los estándares de las viviendas asemejándose a aquellos de países desarrollados.

Es importante recalcar que una reglamentación térmica será un aporte para el país siempre y cuando la propuesta sea realista y prudente, de modo que no se genere un alza significativa en los costos, ya que si éstos se traspasan íntegramente o en parte a los usuarios, el efecto sería una contracción de la demanda por vivienda si es que la solución propuesta no es valorada por los consumidores. En el caso de la vivienda social, la reglamentación térmica podría significar un incremento en el desembolso que realiza el Gobierno por vivienda construida, por lo que si el presupuesto se mantiene inalterado, esto puede implicar que se construyan menos viviendas.

Con todo, cabe tener en cuenta una visión alternativa a la de establecer una reglamentación de normas de construcción, que es la de implementar una regulación de certificación para las empresas constructoras que las obligue a informar respecto de la materialidad de las construcciones y el grado de confort térmico que éstas brindan. De esta forma, las asimetrías de información existentes en el mercado de las viviendas desaparecerían, y serían los propios demandantes de viviendas informados quienes tomarían la decisión final de cuál es la combinación óptima entre tipo de material y calefacción que ellos están dispuestos a pagar.

FUNDAMENTA es una publicación de la Cámara Chilena de la Construcción A.G. que busca desarrollar temas vinculados directa o indirectamente al sector con el propósito de contribuir al debate sobre crecimiento y desarrollo del país. Se autoriza su reproducción total o parcial siempre que se cite expresamente la fuente.

Para acceder a FUNDAMENTA y a los estudios de la Cámara Chilena de la Construcción A.G. por Internet, conéctese a: www.camaraconstruccion.cl

Director responsable: Felipe Morandé L.

U. Bibliografía

1. **«Propuesta para la 2ª etapa de reglamentación sobre acondicionamiento térmico en viviendas».** Documento propuesta, Instituto de la Construcción. Marzo 2003.
2. **«Cálculo de la rentabilidad económica. Propuesta 2ª etapa reglamentación térmica».** Dirección de Extensión en Construcción, DECON. Pontificia Universidad Católica de Chile. Junio 2002.
3. **«Estudio de viabilidad económica de implementar un sistema de aislación térmica».** Preinforme final. CIADE, Universidad de Chile.
4. **Manual de aplicación: Reglamentación térmica.** Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
5. **«Evaluación del desempeño energo-térmico de una vivienda social en Chile, utilizando un programa de simulación energética de edificios».** Sergio Vera, Martín Ordenes. Revista de Ingeniería de la Construcción. Volumen 17, nº 3, p. 133-142. Pontificia Universidad Católica de Chile.
6. **«Fundamentals of building energy dynamics»** Bruce D. Hunn. 1996.