

## Comparación de demandas energéticas en viviendas unifamiliares en climas extremos

## Comparison of energy demands in single-family homes under extreme climates

*Carolina Reyes Morales(1); Juan Oyarzo Pérez(2); Humberto Vidal Gutierrez(3).*

1 MSc en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Magallanes. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Magallanes.

Email: carolina.reyes@umag.cl.

2 Dr. en Energías Renovables de la UPM. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Magallanes.

Email: juan.oyarzo@umag.cl

3 Dr. en Ingeniería Mecánica de la UFSC. Centro de Estudio de Recursos Energéticos, Universidad de Magallanes.

Email: humberto.vidal@umag.cl

**Revista de Engenharia Civil IMED**, Passo Fundo, vol. 4, n. 2, p. 75-88, Jul.-Dez. 2017 - ISSN 2358-6508

[Recebido: Nov. 14, 2017; Aceito: Dez. 04, 2017]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2358-6508.2017.v4i2.2259>

### Endereço correspondente / Correspondence address

R. Senador Pinheiro, 350, Vila Rodrigues  
Passo Fundo, RS, Brasil  
CEP 99070-220

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*  
Editor-chefe: Luciana Oliveira Fernandes

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui! / click here!](#)

## Resumen

En Chile se están definiendo metas en el ámbito del uso de la energía, que acercan cada vez más la construcción al tipo sustentable. Esto queda evidenciado con el Código de Construcción Sustentable, donde además de establecerse nuevas exigencias con lo que respecta a las transmitancias térmicas de los parámetros opacos y acristalados, se presentan límites en las demandas máximas para climatización. Pese a que para la Región de Magallanes la construcción sustentable es un gran desafío, dadas las extremas condiciones climáticas a las que está sometida y la gran lejanía existente con las principales empresas del rubro, lo cual eleva considerablemente los costos, en los últimos años se han buscado alternativas que permitan mejorar los estándares constructivos y cumplir con las nuevas metas país. Este artículo presenta el trabajo desarrollado para establecer la línea base energética en el sector residencial privado de la Región de Magallanes en Chile, con el fin de conocer el estándar actual de construcción, a través del estudio de las especificaciones técnicas de los proyectos y mediciones de temperatura, humedad e infiltraciones. La metodología utilizada fue trabajar mediante simulación, con el software *Design Builder* v.4, todos los parámetros mencionados, para veinte modelos de viviendas del sector privado de la región, lo que ha permitido establecer diferencias entre los requerimientos energéticos para mantener el confort 24/7 y las demandas existentes en ellas establecidas por los sistemas de calefacción reales y los horarios de uso. Los primeros resultados muestran que en la Región de Magallanes las demandas requeridas para un confort 24/7 son en promedio 550 [kWh/m<sup>2</sup>] y si bien para las demandas existentes los resultados son similares, no se alcanzan temperaturas óptimas dada la alta cantidad de pérdidas energéticas producto de infiltraciones y un sistema de calefacción inapropiado. Esta situación que revela serias deficiencias en la manera de construir de esta región permite que en el presente trabajo sean propuestas soluciones constructivas eficientes, sin dejar de lado el confort higrotérmico de sus usuarios, que de acuerdo a los resultados preliminares aportarían en disminuir en un 60% las actuales demandas de energía.

**Palabras clave:** Demanda energética. *Design Builder*. Estándares constructivos.

## Abstract

In Chile, goals for energy uses are defined, that bring sustainable construction increasingly closer. Evidence for this can be seen in the Sustainable Construction Norms, where, besides establishing new requirements for thermal transmittance of opaque and transparent parameters, limits on the highest energy demand for heating and air conditioning are introduced. Sustainable construction is a huge challenge for the Region of Magallanes because it is subject to extreme climate conditions and far from the most important companies in this area, which elevates costs considerably. Despite of this, possibilities have been investigated over the past years that can improve construction standards and comply with the new national objectives. This article presents the efforts to determine the energetic baseline in the private housing sector in the Region of Magallanes in Chile. The objective is to know the current standard of construction through the study of technical specifications and the measurement of temperature, humidity and infiltration. For twenty housing models in the private sector of the region, all the parameters mentioned above were simulated with the software Design Builder v.4. This allowed to distinguish between the energy requirements for maintaining a comfortable standard at all times and the existing energy demands defined by with the real heating system and the schedules of use. The first results show that energy requirement in the Region of Magallanes to maintain a comfortable environment at all times, is 550 [kWh/m<sup>2</sup>] on average. Even though the existing energy demands are similar to this optimal temperatures cannot be achieved due to the huge energy loss caused by air infiltration and an inappropriate heating system. This investigation revealed serious construction deficiencies. This allows to propose efficient building solutions without ignoring the hygrothermic comfort for the users. The preliminary results show that the energy requirement baseline could thus be reduced by 60%.

**Keywords:** Energy demands. Design Builder. Constructive standard.

## 1 Introducción

La Región de Magallanes y Antártica Chilena es la más austral de Chile, y de acuerdo con la Norma Chilena NCh 1079 Of. 2008, se define como una zona fría, muy lluviosa, con fuertes vientos y con nubosidad casi permanente. Es debido a estas condiciones climáticas extremas, que en la región de Magallanes ocurren particularidades que no se presentan en el resto del país, siendo una de estas la alta necesidad de aislación térmica en la envolvente de las edificaciones y sistemas de climatización que funcionan durante la mayoría del año. Estas características hacen que las demandas energéticas en Magallanes estén muy por sobre la media nacional, indicada como 192 kWh/m<sup>2</sup> (BUSTAMANTE, 2009).

Algunos estudios, realizados mediante simulación térmico-energética, han determinado niveles de demanda en Punta Arenas que fluctúan aproximadamente entre 190 y 380 kWh/m<sup>2</sup> (FISORRE; COLONELLI, 2009); (VERA; ORDENES, 2002). Dichos trabajos han sido elaborados en condiciones completamente distintas, por ejemplo, en el estudio de (VERA; ORDENES, 2002) se han despreciado los efectos producidos por las infiltraciones o en (FISSORE; COLONELLI, 2009) se han utilizado temperaturas de confort de 19°C, sin considerar los efectos de sensación térmica que para la región de Magallanes afectan considerablemente la percepción de confort. Además, es importante destacar que la mayoría de los trabajos de simulación energética de viviendas en Chile están hechos con un enfoque en las viviendas sociales, para evaluar los subsidios otorgados o para evaluar el diseño de estos conjuntos habitacionales.

La presente investigación difiere a las que se han realizado comúnmente en Chile, ya que como está elaborada en el marco de un proyecto CORFO 15BPCR-48594 del Centro de Estudio de Recursos Energéticos, su enfoque está puesto en proyectos inmobiliarios privados de la Región de Magallanes, y el principal objetivo es generar nuevos estándares constructivos mediante el uso de eficiencia energética y energías renovables.

En Chile, el año 1994 se diseña el Programa de Reglamentación Térmica de Viviendas, dividido en tres etapas: requisitos para cubiertas, en vigencia desde el año 2000, requisitos para muros, pisos ventilados y ventanas vigente desde el 2007 que se diferencia por zonas térmicas declaradas en la NCh 1079 Of. 2008 y una fase de certificación energética de las edificaciones la cual aún no es obligatoria (MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, 2006). Por otra parte, el año 2013 se aprueba la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, donde se plantean nuevas metas en el ámbito energético, considerando cada etapa en la construcción, desde la planificación hasta el eventual cierre por parte del usuario (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS *et al.*, 2013). Paralelamente con la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, se ha trabajado en un Código de Construcción Sustentable, del cual se cuenta con

un segundo borrador, no existiendo aún una versión final. En dicho documento (borrador), en el ámbito energético, se plantean nuevas exigencias respecto a los parámetros de la envolvente térmica y nuevas metas respecto a los requerimientos máximos de energía para climatización (calefacción y refrigeración). Por lo tanto, pese a que existe una reglamentación actual respecto a envolventes térmicas, ésta se considera deficiente para la región de Magallanes, por lo que para la propuesta de nuevos estándares se deben evaluar aquellos planteados en el Código de Construcción Sustentable y estudiar alternativas que los superen.

Antes de generar los nuevos estándares, es fundamental conocer el estado actual de las construcciones ofertadas por las distintas inmobiliarias en la Región, por lo que el objetivo del presente artículo es determinar las demandas energéticas requeridas y las demandas energéticas existentes, las cuales se diferencian en el período evaluado para la condición de confort al interior de la vivienda, siendo el primero evaluado durante un periodo 24/7, y el segundo sólo durante el periodo de ocupación considerado.

## 2 Metodología

El siguiente trabajo de investigación se ha elaborado durante la ejecución de un proyecto co-financiado por CORFO y la Universidad de Magallanes. El nombre del proyecto es Generación de Estándares de Construcción para la Región de Magallanes y Antártica Chilena a través de Eficiencia Energética y Uso de Energías Renovables, y su principal objetivo es mejorar el estado actual de la construcción en la región de Magallanes.

Como ya fue mencionado, antes de desarrollar el objetivo final del proyecto, es crucial conocer el estado actual del parque inmobiliario y lograr determinar la demanda de energía de las viviendas tal como han sido construidas durante el periodo en que entra en vigencia la actual normativa.

Para ello, se ha debido seleccionar dentro del total de las viviendas construidas por inmobiliarias durante el periodo que comprende los años 2008 a 2014, el tamaño de la muestra a evaluar. Paralelamente se ha debido seleccionar una herramienta computacional que permita simular energéticamente las viviendas, ingresando diversos parámetros que describen cada uno de los proyectos inmobiliarios. De esta forma, la demanda energética determinada será representativa de la región.

### 2.1 Selección de Casos

Para comenzar, se ha definido el periodo de estudio comprendido entre los años 2008 y 2014, ya que estas construcciones cumplen con la actual reglamentación térmica que rige en el país (OGUC, 2006). En dicho periodo, mediante la revisión de

la base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), la oficina de Dirección de Obras Municipales y las propias inmobiliarias, se ha identificado el total de viviendas construidas, que se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Viviendas construidas por inmobiliarias en la Región de Magallanes entre los años 2008 y 2014

| Materialidad      | N° de unidades |
|-------------------|----------------|
| Acero galvanizado | 1.016          |
| Madera            | 487            |
| Hormigón          | 80             |
| Total             | 1.583          |

**Fuente:** Elaboración propia.

De la muestra total correspondiente a 1.583 viviendas, se han debido dejar fuera del estudio las construidas con hormigón, debido a la falta de información de estas. Además, se ha implementado una metodología estadística que ha permitido dimensionar el tamaño de muestra que se debe evaluar.

Para el tamaño de muestra total, las viviendas se han dividido en categorías, caracterizadas por la cantidad de pisos, la materialidad, los metros cuadrados construidos y el tipo de agrupamiento y se ha considerado un 95% de confianza y un error de muestreo de 11%. Esto ha resultado en una clasificación de seis categorías, con una muestra mínima de tres unidades para cada una de ellas. Las categorías se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Características de las categorías

| Categoría | N° de Pisos | Materialidad      | m <sup>2</sup> construidos | Agrupamiento |
|-----------|-------------|-------------------|----------------------------|--------------|
| 1         | 1           | Madera            | 40-80                      | Pareada      |
| 2         | 1           | Acero galvanizado | 40-80                      | Aislada      |
| 3         | 2           | Madera            | 40-80                      | Aislada      |
| 4         | 2           | Madera            | 40-80                      | Pareada      |
| 5         | 2           | Acero galvanizado | 40-80                      | Aislada      |
| 6         | 2           | Acero galvanizado | 80-120                     | Aislada      |

**Fuente:** Elaboración propia.

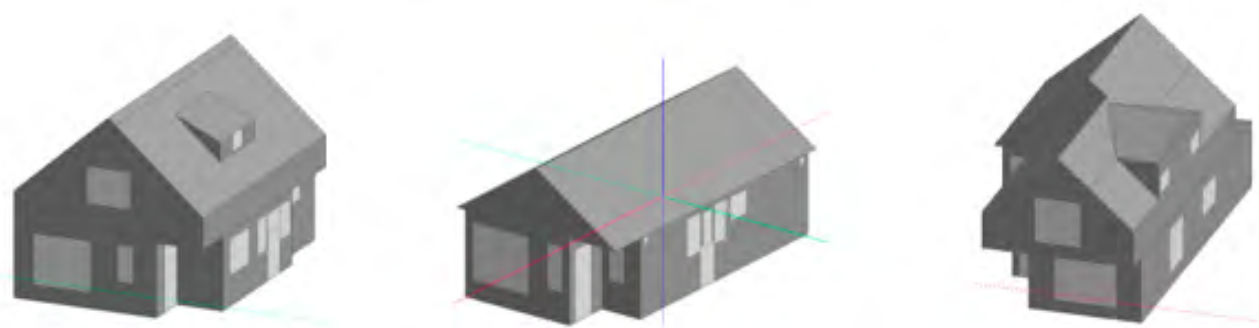
La muestra seleccionada es en base a la mayor cantidad de viviendas construidas en cada categoría. Es por esto, que tanto la categoría 1 como la 2, cuentan con cuatro modelos representativos, a diferencia de las otras cuatro categorías que se pueden representar sólo con tres modelos.

## 2.2 Herramienta utilizada

La determinación de la demanda energética del parque inmobiliario requiere de la selección de una herramienta que permita ingresar información relevante de cada vivienda y entregue resultados confiables y acreditados internacionalmente. Es por esto que entre un amplio universo de *softwares* (GARCÍA *et al.*, 2014), los cuales se pueden clasificar desde básicos a avanzados, se ha seleccionado aquel que además de permitir simulaciones energéticas, entregue opciones para realizar una evaluación económica y además se puedan evaluar varias alternativas en un mismo modelo, optimizando los procesos de selección de soluciones adecuadas a los objetivos.

El software seleccionado corresponde a *Design Builder* v.4, considerado uno de los más avanzados por la cantidad de información que procesa y los resultados que entrega, que además utiliza *EnergyPlus* como motor de cálculo y se divide en una estructura modular que permite ingresar y procesar fácilmente la información. Además, de acuerdo con la Asociación Internacional de Simulación de Desempeño de Edificios (*International Building Performance Simulation Association*), este software cuenta con 5 estrellas, y la describen como una de las herramientas avanzadas más fácil de usar y aprender. A continuación se presentan algunos de los modelos elaborados con el software, correspondientes a las categorías 5, 2 y 6 en orden de izquierda a derecha.

**Figura 1.** Modelos desarrollados con *Design Builder*



**Fuente:** Elaboración propia.

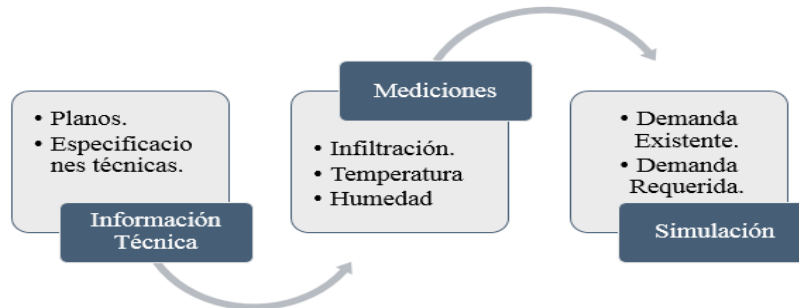
## 2.3 Procedimiento para simulación

Para lograr una buena simulación, que represente la situación que es objeto de estudio en la forma más real posible, se han realizado mediciones de temperatura y humedad, además de ensayos de *Blower Door* para conocer el nivel de infiltraciones de las viviendas seleccionadas en la muestra representativa.

Por lo tanto, con el detalle de los planos y las especificaciones técnicas de las viviendas, más los resultados de renovaciones de aire por hora determinados con el ensayo *Blower Door* y los datos de temperatura y humedad que permiten establecer un

rango para mantener el confort higrotérmico, junto con los datos meteorológicos de la región, es que se ha podido simular con una buena aproximación a la realidad, los veinte modelos que representan al parque inmobiliario. Los datos y procedimientos realizados se esquematizan en la Figura 2.

**Figura 2.** Procedimiento para obtención de demandas energéticas



Fuente: Elaboración propia.

### 3 Presentación de Resultados

#### 3.1 Resultados de la información técnica y mediciones en viviendas

De acuerdo con el estudio de las especificaciones técnicas de las viviendas, se han distinguido los principales materiales utilizados en la construcción, destacándose la aislación térmica con lana de vidrio en todos los proyectos, por ser un material económico y a la vez eficiente. En cuanto a elementos acristalados, en la mayoría de los proyectos se combina el uso de vidrio simple con ventanas termopanel, pero solo un tipo de vivienda cuenta con todas las ventanas termopanel (DVH). Todas las características constructivas por categoría se presentan a continuación en la Tabla 3.



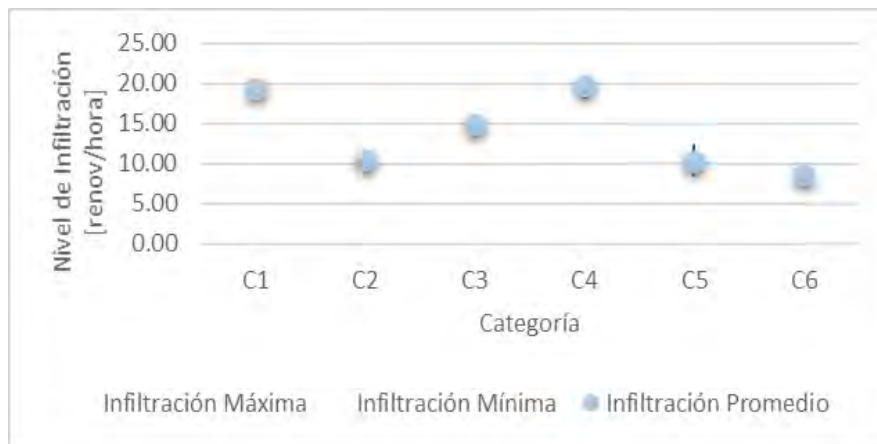
**Tabla 3.** Características constructivas de cada categoría

| Parámetro                         | Categoría 1  | Categoría 2   | Categoría 3  | Categoría 4  | Categoría 5   | Categoría 6  |
|-----------------------------------|--|---|--|--|---|--|
| Tipo de Ventana                   | Vidrio simple en dormitorios, cocina y baños, DVH en zonas comunes | Vidrio simple en zonas comunes, DVH en dormitorios. | Vidrio simple en dormitorios, cocina y baños, DVH en zonas comunes | Vidrio simple en dormitorios, cocina y baños, DVH en zonas comunes | Vidrio simple en zonas comunes, DVH en dormitorios. | Vidrio simple en dormitorios, cocina y baños, DVH en zonas comunes / DVH en todas sus ventanas                     |
| Techo                             | Aislación con 160 mm de lana de vidrio                             | Aislación con 160 mm de lana de vidrio              | Aislación con 160 mm de lana de vidrio                             | Aislación con 160 mm de lana de vidrio                             | Aislación con 160 mm de lana de vidrio              | Aislación con 160 mm de lana de vidrio   |
| Muro                              | Aislación con 80 mm de lana de vidrio                              | Aislación con 60 mm de lana de vidrio               | Aislación con 80 mm de lana de vidrio                              | Aislación con 80 mm de lana de vidrio                              | Aislación con 60 mm de lana de vidrio               | Aislación con 80 mm de lana de vidrio / Aislación con 80 mm de lana de vidrio más 20 mm de poliestireno expandido. |
| Piso (en contacto con el terreno) | Alfombra, Piso Flotante, Cerámica. Sin aislación.                  | Alfombra, Piso Flotante, Cerámica. Sin aislación.   | Alfombra, Piso Flotante, Cerámica. Sin aislación.                  | Alfombra, Piso Flotante, Cerámica. Sin aislación.                  | Alfombra, Piso Flotante, Cerámica. Sin aislación.   | Alfombra, Piso Flotante, Cerámica. Sin aislación.  |

**Fuente:** Elaboración propia.

En lo relativo a los datos medidos en las viviendas, se han obtenido niveles de infiltración. En la Figura 3 se aprecia que en el peor de los casos se llega a tener 20 renovaciones de aire por hora, mientras que las viviendas con mejor comportamiento alcanzaron las 8 renovaciones de aire por hora, siendo el promedio regional cercano a las 14 renovaciones de aire por hora.

**Figura 3.** Valores máximos, mínimos y promedio de Infiltración para cada categoría



**Fuente:** Elaboración propia.

Por otro lado, las temperaturas medidas al interior de las viviendas permiten establecer el rango de confort térmico entre 20 y 25°C.

### 3.2 Resultados de las simulaciones energéticas

Respecto a las simulaciones, luego de ingresar la información técnica de cada proyecto, los parámetros de actividad y ocupación de las viviendas, establecer la consigna de temperaturas, el sistema de climatización (artefactos en las zonas de las viviendas que cuentan con climatización) y la programación de este (relacionada con el horario de ocupación), se ha podido obtener la demanda existente de las viviendas evaluadas. Por otro lado, para determinar la demanda requerida, se ha trabajado con un sistema de climatización operando durante un periodo 24/7 y posicionando un artefacto en cada zona o habitación.

Los resultados mostrados en la Figura 4 indican que los niveles de demanda existente y demanda requerida son bastante similares, oscilando entre los 300 y 765 kWh/m<sup>2</sup> año dependiendo de la categoría estudiada. Los casos más críticos son las categorías de viviendas de madera, ya que uno de los parámetros más influyentes en la demanda es el nivel de infiltraciones, y para estas viviendas las mediciones fueron las más altas encontradas (Categoría 1 y Categoría 4). Por otra parte, las viviendas construidas con Metalcon, específicamente las de la Categoría 6, cuentan con el menor nivel de infiltración medido, además dos de los tres modelos cuentan con aislación de 100 mm lograda al combinar lana de vidrio con poliestireno expandido, según Tabla 3.

Esto es lo que permite que los niveles de demanda sean los menores obtenidos durante este trabajo (300 kWh/m<sup>2</sup> año).

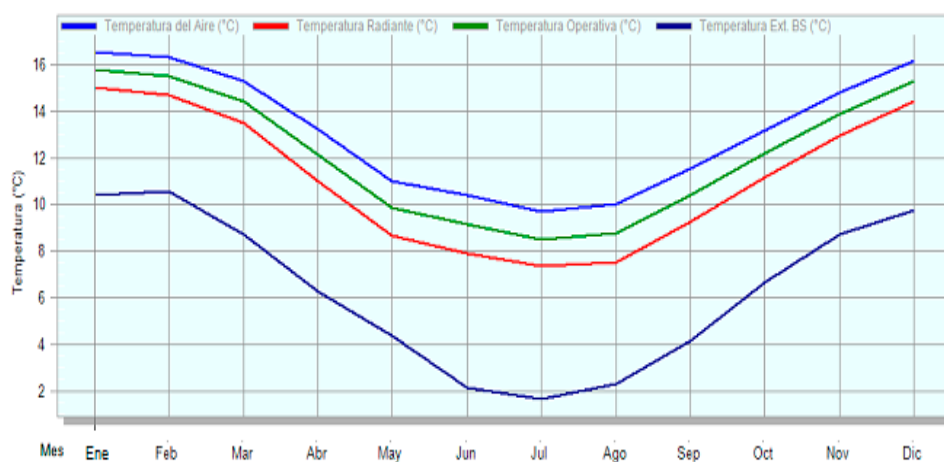
**Figura 4.** Resultados de Demanda Existente y Demanda Requerida para cada modelo



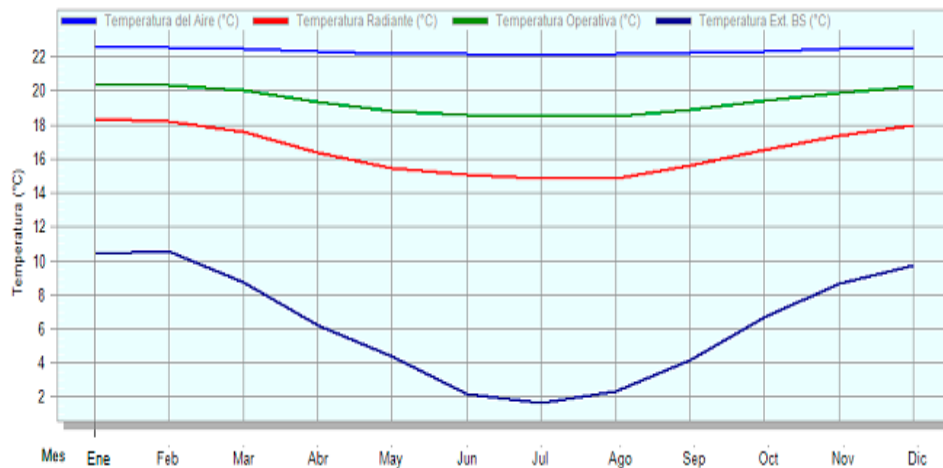
**Fuente:** Elaboración propia.

Por otra parte, la Figura 5 y la Figura 6 muestran resultados de temperaturas a nivel edificio de uno de los modelos de las viviendas de 1 piso, construidas con madera, tipología pareada y de entre 40 y 80 m<sup>2</sup> construidos (Categoría 1). En ellas se aprecia claramente que hay una gran diferencia en los valores de temperatura alcanzados, pese a que los resultados de las demandas sean similares. Esta situación se replica en la mayoría de los casos evaluados.

**Figura 5.** Temperaturas para un modelo con configuración de Demanda Existente



**Fuente:** Elaboración propia - simulación con *Design Builder v.4.*

**Figura 6.** Temperaturas para un modelo con configuración de Demanda Requerida

Fuente: Elaboración propia - simulación con *Design Builder* v.4.

La configuración y programación del sistema de climatización en el caso de la demanda requerida, permite que las temperaturas operativas de la vivienda sean estables y casi invariables en el transcurso del año, mientras que las de la demanda existente presentan gran variación durante el año, y ni siquiera se alcanzan niveles mínimos de confort, por lo que se demuestra que las excesivas demandas actuales no permiten contar con las condiciones óptimas de habitabilidad, y es crucial trabajar en los nuevos estándares que permitan llegar a viviendas de tipo sustentable.

### 3.3 Análisis y discusión

Respecto a lo mencionado en (BOBADILLA *et al.*, 2014), el nivel de infiltración promedio a nivel nacional es de 12,9 renov/hora (estudio realizado con viviendas sociales). Este valor, no puede ser comparable directamente con el obtenido ya que el estudio no presenta el detalle de las infiltraciones medidas en la región, pero si queda claro que Magallanes, con un promedio de 14 renov/hora medido, es de las regiones que aporta una de las mayores tasas de infiltración a nivel nacional.

Investigaciones realizadas anteriormente, como la de (VERA; ORDENES, 2002), presentan resultados de energía para climatización en Punta Arenas de 370 kWh/m<sup>2</sup> año, mientras que en (BOBADILLA *et al.*, 2014), presentan 484 kWh/m<sup>2</sup> año. Estos valores son inferiores a los obtenidos en el presente estudio, en el cual se alcanzó en promedio los 540 kWh/m<sup>2</sup> año, debido a que en este trabajo se han tratado de incorporar todos los detalles relevantes de los proyectos inmobiliarios, desde la orientación real en la que se encuentran las viviendas, hasta el detalle de considerar el valor de infiltración medido en ellas, datos con los que probablemente no contaban o no fueron considerados por los autores en las referencias anteriormente mencionadas.

Tanto los valores presentados en otras investigaciones, como las reportadas en el presente artículo, están bastante alejadas de lo que se conoce como la media

a nivel nacional, establecida en 192 kWh/m<sup>2</sup> año (FISSORE; COLONELLI, 2009). Esto evidencia la necesidad de establecer una estrategia que incorpore nuevas exigencias en lo que respecta a reglamentación térmica, sobre todo a nivel regional, ya que Magallanes es una de las regiones de Chile con el mayor consumo promedio (BOBADILLA *et al.*, 2014).

## 4 Conclusiones

La principal contribución del presente trabajo es que permite identificar cuál es el estado actual de la construcción a nivel regional, y compararlo con los valores que se manejan a nivel nacional, los cuales son menores a los obtenidos, producto de ciertas simplificaciones en los estudios, ya sea por falta de bases climatológicas o de variables de diseño y operación de los sistemas.

Se cumple el objetivo de determinar la línea base energética en la región para el sector inmobiliario privado, lo cual permite identificar variables que tienen alto impacto en ella, como lo es la tasa de infiltraciones, que está por sobre la media a nivel nacional, o la falta de aislación en el parámetro de piso en contacto con el terreno.

Con los valores medidos se puede establecer una meta realista y que se pueda cumplir en el corto plazo, que aborde los problemas identificados en este estudio, de tal forma que los usuarios de las viviendas consigan temperaturas de confort al interior de ellas.

La investigación continúa evaluando las propuestas de soluciones constructivas que impacten de forma positiva en el desempeño energético de las viviendas. Esto implica desde la aplicación de sellos de butilo, que son de bajo costo y que producen una reducción considerable en las renovaciones de aire no controladas, hasta el uso de materiales con mejores propiedades termo-mecánicas, como el Panel SIP (doble plancha de OSB con poliestireno expandido de distintos espesores en su centro), que permitan disminuir considerablemente las pérdidas de energía por conducción, tanto en muros como techos y sobre todo en suelos.

### *Agradecimientos*

Los autores desean expresar agradecimientos al Proyecto Bienes Públicos para la competitividad Regional Número 15BPCR-48954, Generación de Estándares de Construcción en la Región de Magallanes y Antártica Chilena a través de Eficiencia Energética y Uso de Energías Renovables, y a la Universidad de Magallanes, por el apoyo financiero proporcionado para llevar a cabo este proyecto.

## Referencias

- BOBADILLA, Ariel; DIAZ, Muriel; FIGUEROA, Rodrigo; ARRIAGADA, Roberto. Proposal of Acceptable Air Tightness Classes for Buildings in Chile. **Revista de la Construcción**, v. 13, n. 1, p. 15-23, 2014.
- BUSTAMANTE, Waldo, ROZAS, Yoseline. **Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social**. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, 2009.
- CENTRO DE ESTUDIO DE RECURSOS ENERGÉTICOS. Proyecto Bienes Públicos para la competitividad Regional Número 15BPCR-48954, Generación de Estándares de Construcción en la Región de Magallanes y Antártica Chilena a través de Eficiencia Energética y Uso de Energías Renovables.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Arquitectura y Construcción – Zonificación climático habitacional para Chile y Recomendaciones para el diseño arquitectónico, Norma Chilena NCh 1079 Of. 2008.
- INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION (IBPSA). Building Energy Software Tools. Disponible en: [https://www.buildingenergysoftwaretools.com/softwarelisting?keywords=&field\\_platform\\_tid=All&field\\_price\\_tid=All&field\\_last\\_updated\\_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&field\\_language\\_tid=All&sort\\_by=field\\_rating\\_rating&sort\\_order=DESC&items\\_per\\_page=60](https://www.buildingenergysoftwaretools.com/softwarelisting?keywords=&field_platform_tid=All&field_price_tid=All&field_last_updated_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&field_language_tid=All&sort_by=field_rating_rating&sort_order=DESC&items_per_page=60)
- FISSORE, Adelqui; COLONELLI, Paula. **Informe Final Proyecto Sistema de Certificación Energética de Viviendas, Instituto de Investigaciones Tecnológicas y Asistencia Técnica**. Universidad de Concepción, 2009.
- GARCIA, Rodrigo; GONZALEZ, Alex; BUSTAMANTE, Waldo; BOBADILLA, Ariel; MUÑOZ, Christian. Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares. **Informes de la Construcción**, v. 66, n. 533, 2014.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. **Historia del Ministerio de Vivienda y Urbanismo**. Disponible en: [http://www.minvu.cl/opensite\\_2006111316\\_4636.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_2006111316_4636.aspx)
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, MINISTERIO DE ENERGÍA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Borrador Número dos, Código de Construcción Sustentable.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, MINISTERIO DE ENERGÍA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Estrategia Nacional de Construcción Sustentable. ISBN 978-956-9432-02-6, 2013.
- VERA, Sergio; ÓRDENES, Martin. Evaluación del desempeño energo-térmico de una vivienda social en Chile, utilizando un programa de simulación energética de edificios. **Revista Ingeniería de la Construcción**, v. 18, n. 3, p. 133-142, 2002.