

Multidimensionalidad de pobreza energética evaluando el confort térmico. Construcción de un indicador aplicado a la villa Altué Sur en Santiago de Chile¹

Blanca Huitrado

Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile

blanca.rhuitrado@gmail.com

Felipe Encinas

Pontificia Universidad Católica de Chile

felipe.encinas@uc.cl

Artículo producido a partir de tesis de Magister en Arquitectura Sustentable y Energía.

Profesor guía: Felipe Encinas.

DOI: 10.7764/AA.2023.08

Resumen

En regiones con clima cálido seco la pobreza energética tradicionalmente se ha definido por la utilización de calefacción durante el invierno. En el contexto del cambio climático y el calentamiento urbano, se requiere incluir las necesidades de confort térmico de verano en los estudios de pobreza energética; así la investigación propone establecer una relación entre variables de pobreza energética, condiciones socioeconómicas y elementos ambientales urbanos. Se utiliza el método Delphi con el propósito de llegar a un consenso para definir las variables y ponderaciones del indicador multidimensional de pobreza energética evaluando el confort térmico de verano en ciudades con clima cálido seco. La villa Altué Sur ubicada en Santiago de Chile es el caso de estudio elegido para aplicar el indicador con el objetivo de definir qué viviendas se encuentran en situación de pobreza energética considerando el confort térmico de verano.

Palabras clave: pobreza energética, confort térmico de verano, indicador multidimensional.

El término pobreza energética surge en Reino Unido en base a los costos de calefacción, insinuando que los hogares no pueden alcanzar una temperatura adecuada en la habitación a un costo accesible (Schuessler 2014). Para inicios de los años noventa, otra definición inglesa considera que “un hogar en pobreza energética no puede adquirir servicios energéticos adecuados por menos del 10% de sus ingresos” (Boardman 1991). Esta misma definición fue utilizada en los estudios de pobreza energética posteriores, como aquellos realizados por Anderson et al. (2012), Walker y Day (2012), Middlemiss (2015). Con el paso del tiempo, y en distintos territorios, se han estudiado y propuesto distintos enfoques para medir la pobreza energética, los cuales incluyen el análisis del confort térmico, como en Sánchez-Guevara et al. (2017) y Porras Salazar et al. (2020).

A nivel local, la propuesta latinoamericana incluye el índice tridimensional de pobreza energética propuesto en Chile por la Red de Pobreza Energética, el cual determina que “el hogar declara pasar frío al interior de la vivienda durante los meses de invierno” (Calvo et al. 2019), sin considerar el confort térmico durante el verano. Otro indicador fue propuesto en México por los autores García-Ochoa y Graizbord (2016), quienes indican que la pobreza energética se presenta cuando se carece de alguno de los siguientes servicios básicos: iluminación, entretenimiento, calentamiento de agua, cocción de alimentos, refrigeración de alimentos y aire acondicionado/ventilación.

Los estudios de pobreza energética no sólo comprenden la energía, sino que han permitido articular otras temáticas como el acceso a la vivienda y servicios, salud pública y el cambio climático. Como por ejemplo, los estudios de Pérez-Fargallo et al. (2018), Grey et al. (2015), Walker y Day (2012). Respecto a este último punto, los impactos del cambio climático son una realidad y se han reflejado en cifras alarmantes, como las 70.000 muertes relacionadas con olas de calor durante el verano de 2003 en Europa (Koppe et al. 2004), o las 41.262 muertes en Rusia producto de la ola de calor de 2009 (Geirinhas et al. 2018). Mientras en el verano de 2015 más de 40.000 personas en India sufrieron insolación y deshidratación (Mazzone 2020).

En relación con este panorama, la OMS comenzó a considerar las enfermedades producto de las olas de calor como un problema de salud pública y pidió no minimizar el problema previniendo el aumento de dichas enfermedades producto del calentamiento global (World Health Organization y World Meteorological Organization 2012). A nivel global, la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica declaró julio del 2021 como el mes más caluroso registrado en la tierra desde que comenzaron los registros hace 142 años (National Oceanic and Atmospheric

Administration 2021). Además, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2021) menciona que el calentamiento global de 1,5 °C y 2 °C se superará durante el siglo XXI al menos que se produzcan profundas reducciones de CO₂ y otras emisiones de gases de efecto invernadero en las próximas décadas. Lo anterior apunta a la necesidad de incluir el impacto del cambio climático en los estudios de pobreza energética, incorporando el confort térmico del verano en las regiones del planeta donde se presentan aumentos de temperatura.

El artículo aborda un caso de estudio ubicado dentro del área metropolitana de Santiago, lo cual permite abordar diversos factores relevantes para la reproducción de la pobreza energética: se trata de una ciudad situada en clima cálido seco de tipo mediterráneo, que adicionalmente está sujeta a fuertes tensiones por cambio climático, segregación urbana y aglomeración socioespacial.

MÉTODO DELPHI

El método Delphi se define como “una técnica de obtención de información, basada en la consulta de expertos en un área, con el fin de obtener la opinión de un consenso más fiable del grupo consultado” (Reguant y Torrado 2016). La decisión de elegir el método Delphi sobre otro tipo de obtención de información, como la entrevista (aproximación individual) o el grupo de discusión (consenso grupal directo), es por su metodología estructurada que permite la fundamentación del conocimiento fruto del consenso. Este método surgió en Estados Unidos en la década de 1960 y se ha aplicado a problemas de educación, gobierno, industria, salud y servicios sociales (Jones & Hunter 1995).

En años recientes el método Delphi se ha utilizado para definir una futura agenda de investigación en la arquitectura del paisaje (Meijering et al. 2015); para definir y medir la sostenibilidad urbana en Europa (Meijering et al. 2018); y para caracterizar la resiliencia de los edificios a escala urbana (Cerè et al. 2019). Cada vez más investigaciones optan por este enfoque para la obtención de información ya que una de sus características es involucrar a expertos de diferentes áreas del conocimiento. Para esta investigación se contó con la participación de ingenieros, arquitectos, sociólogos, urbanistas y geógrafos a través de rondas de consulta para lograr el consenso buscado. Las personas pueden conocer quiénes son los otros participantes, pero no conocen las respuestas individuales de las rondas de consultas, por lo tanto, su opinión no se puede ver influenciada y las respuestas tienen mayor validación para llegar al consenso.

Para la construcción del indicador multidimensional se realizaron las siguientes fases: preparación, consulta y consenso. En la fase de preparación se buscó a expertos con experiencia y conocimiento en temáticas relacionadas

con el desarrollo sostenible, la eficiencia energética, la pobreza energética y el cambio climático, con el fin de aplicar una encuesta conformada por preguntas abiertas y una tabla de factores a ordenar según su importancia. La aplicación se realizó a través de reuniones virtuales y correo electrónico, ya que los participantes se encontraban en distintos países.

Después se continuó con la primera consulta, la cual indagó en las variables para evaluar la pobreza energética en un país en vías de desarrollo como Chile y los aspectos socioeconómicos de la misma. Además de las variables necesarias para caracterizar la pobreza energética asociadas a problemas de sobrecalentamiento de las viviendas y confort térmico, así como también los aspectos ambientales y urbanos que favorecen el fenómeno durante el verano en Chile.

Después de analizar las respuestas con mayor ponderación de la primera ronda de consulta, se pasa a la segunda ronda, para ponderar de mayor a menor relevancia los aspectos socio-demográficos que permitirían caracterizar la pobreza energética durante el verano en Chile, las variables asociadas al sobrecalentamiento y el confort térmico. Adicionalmente, se indaga en las características que están relacionadas con el consumo energético durante el verano en Chile y los mecanismos de adaptación del comportamiento que las personas desarrollan durante las altas temperaturas registradas en el verano. Al finalizar cada ronda se envió su retroalimentación al panel de expertos.

En base a las respuestas de mayor ponderación durante la segunda ronda se estructura la fase del consenso, en la cual se definen las variables del indicador multidimensional agrupadas en dimensiones a partir de sus características análogas. Cabe mencionar que dentro de cada dimensión las variables se jerarquizan a partir del puntaje que obtuvieron en la segunda ronda. Por último, se envía al panel de expertos una tercera ronda de consulta para conocer el peso en porcentaje de cada dimensión.

DEFINICIÓN DEL INDICADOR MULTIDIMENSIONAL DE POBREZA ENERGÉTICA EVALUANDO EL CONFORT TÉRMICO DE VERANO

En base al consenso del método Delphi se define el indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano en ciudades con clima cálido seco considerando cuatro dimensiones; la sociodemográfica, la constructiva, la territorial y la climática.

DIMENSIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

En esta dimensión se contemplan las cualidades de los integrantes del hogar que habitan la vivienda, considerando 5 variables relevantes jerarquizadas en base a la importancia que el panel de expertos le asignó.

1. Ingresos económicos: el poder adquisitivo de los hogares es fundamental para medir la pobreza energética. Las rondas del método Delphi lo califican como el más importante en esta dimensión.

2. Vulnerabilidad sociodemográfica: en la población vulnerable se consideran 3 categorías, la población infantil en rango de edad de 0 a 14 años según el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile; la población de adultos mayores (personas mayores de 60 años); y la población electrodependiente, que comprende a las personas que requieren de una fuente eléctrica para subsistir.

3. Allegamiento de la vivienda: ocurre cuando más de un hogar cohabitan en una vivienda. Existe una correlación entre mayor cantidad de integrantes y un mayor sobrecalentamiento de la vivienda durante el verano, poniendo en riesgo el confort térmico.

4. Nivel educativo: el nivel educativo de los integrantes del hogar influye en los conocimientos y usos que se da a la energía para alcanzar niveles de confort térmico durante el verano.

5. Género del jefe del hogar: el jefe del hogar se define como la persona responsable del sustento económico del hogar, por ende, el género de esa persona influye en el poder adquisitivo para satisfacer sus necesidades.

DIMENSIÓN CONSTRUCTIVA

Esta dimensión contempla la calidad de la vivienda considerando su envolvente, el diseño con relación a las posibilidades de ventilación, los elementos para mitigar la exposición al calor y la instalación de equipos que permiten al hogar lograr el confort térmico durante el verano.

1. Características de la vivienda: las características constructivas de la vivienda influyen en la capacidad para asegurar el confort térmico durante el verano. Esto repercute en la percepción que las personas tienen de su vivienda.

2. Riesgo de sobrecalentamiento de la vivienda: la masa térmica de los elementos constructivos de la vivienda influye en el riesgo del sobrecalentamiento durante el verano. El riesgo de sobrecalentamiento se basa en los estándares de construcción sustentable para viviendas en Chile generados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo el año 2018. Según estos estándares, a Santiago de Chile le corresponde la zona térmica "D", por ende, el índice de masa térmica mínimo requerido es mediano "M"; y proponen distintas soluciones constructivas de muros correspondiente al índice de masa térmica. Para Santiago una propuesta de solución constructiva es la albañilería de ladrillo de 140 mm de espesor.

3. Ventilación natural de la vivienda: abrir ventanas y puertas disminuye el sobrecalentamiento de las viviendas durante el calor del verano. Por lo tanto, el correcto dimensionamiento de las ventanas y la longitud del interior del espacio son clave para la circulación del aire. Existen configuraciones básicas para la correcta ventilación natural. Según Baker & Steemers (2005), cuando exista una sola ventana de un solo lado, la longitud de la habitación tendrá que ser aproximadamente el doble de la altura del piso al techo, mientras que la ventilación cruzada es muy eficaz para las diferencias de presión generadas por el viento con una profundidad útil de hasta 9 m, o en por lo menos tres veces la altura del piso al techo. Si se encuentran adosadas, las zonas de 18 m se pueden ventilar de forma cruzada.

4. Elementos para mitigar la exposición al calor: existen elementos para disminuir el sobrecalentamiento del interior de la vivienda por exposición al calor, como el uso de toldos, persianas, celosías, vegetación o el aislamiento en muros y techos.

5. Equipos de ventilación o refrigeración: el uso de ventilador o equipo de refrigeración depende del clima del lugar donde se ubica la vivienda. Howell et al. (2013) indican que la norma ASHRAE 2013 permite que la zona de confort de verano se extienda encima de 26°C si el movimiento de aire promedio aumenta 0,275 m/s por cada °C de aumento de temperatura, teniendo una temperatura máxima de 28 °C y movimiento de aire de 0,8 m/s. Lo anterior nos indica la necesidad del ventilador para conseguir esos niveles de movimiento de aire, al no ser viable depender de la velocidad del viento al interior de la vivienda. Los autores del indicador "Pobreza energética del hogar" García-Ochoa & Graizbord (2016), definen el uso de un ventilador por tres personas o un equipo de aire acondicionado cuando todo hogar se localice en una zona climática cuya temperatura máxima promedio mensual supere los 26 °C. Para fines del indicador multidimensional desarrollado, se determina que la vivienda requerirá el uso de ventilador o equipo de refrigeración, cuando la temperatura promedio mensual supere los 26°C durante los meses de verano. En el caso de Chile, esto ocurre durante los meses de enero, febrero y marzo.

DIMENSIÓN TERRITORIAL

En esta dimensión se contemplan las características territoriales que afectan al lugar donde se emplaza la vivienda y que influyen en el confort térmico de los habitantes durante el verano. En los efectos del cambio climático, la isla de calor es un determinante que afecta a la vivienda, además de su orientación y ubicación.

1. Isla de calor: como fenómeno urbano, la isla de calor afecta el posible sobrecalentamiento de las viviendas al mismo tiempo que compromete la salud de las personas. En este escenario, la existencia de áreas verdes juega un rol muy importante. La Organización Mundial de la Salud establece "9 m² de espacio verde per cápita" (World Health Organization 2012). Para fines del indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano, se considera al Consejo Nacional de Desarrollo Urbano de Chile, quien establece 10 m² de superficie de áreas verdes públicas por habitante (INE & CNDU 2020).

2. Orientación de la vivienda: la orientación de la vivienda influye en la radiación solar recibida en las aberturas de las fachadas, por lo cual es imprescindible considerar la trayectoria del sol durante el verano en la ubicación donde se emplaza la vivienda. Se considera la fachada con mayor área de m² de ventanas como la orientación a analizar. Como lo indica Bustamante et al. (2009) en el caso de Chile, las ventanas se ubican en mayor medida en la fachada norte; si es inevitable, se localizan en fachadas oriente y poniente, recomendando la menor superficie hacia el sur. Se incluye la consideración que los recintos con mayor nivel de utilización por la familia la mayor parte del día (comedor y dormitorios), son los que se ubicarán en fachada norte, distribuyendo el resto de los recintos hacia el sur (cocina, baños, entradas, circulaciones, escaleras).

3. Ubicación de la vivienda: el contexto de la ubicación de la vivienda influye en el sobrecalentamiento de esta, razón por la cual se tienen que considerar elementos como exceso de edificaciones, poca o nula vegetación, exceso de asfaltos y concretos, etc.

DIMENSIÓN CLIMÁTICA

En esta dimensión se consideran los fenómenos y eventos climatológicos que influyen en el lugar donde se ubica la vivienda, lo cual tiene implicaciones en el confort térmico durante el verano, como son las olas de calor, el cambio climático y la humedad relativa.

1. Olas de calor: existen diferentes definiciones de lo que se considera un evento de ola de calor. Los autores Croitoru et al. (2016) la definen como un período de días consecutivos con temperaturas altas inusuales. Con el propósito de conocer las definiciones y trabajos propuestos en Chile, se analizó el trabajo de Pitaric (2018), quien a partir de la información de 13 estaciones de clima determinó la cantidad de olas de calor en cada verano, comprendiendo un período de 1961 a 2016. Este autor define una ola de

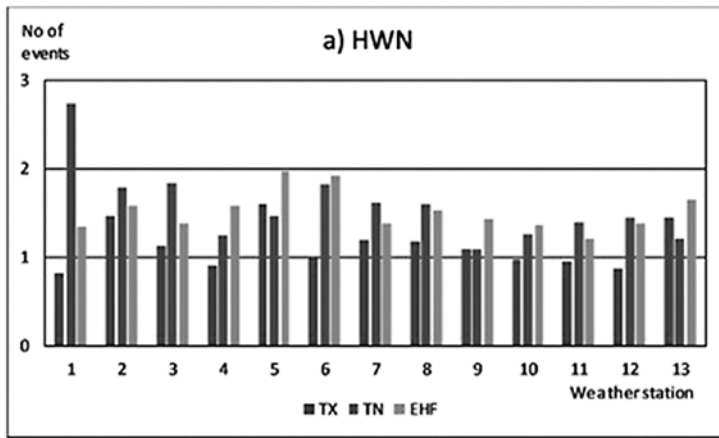


FIG. 01: Número de olas de calor en cada verano extendido durante el período 1961-2016 en Chile, considerando la temperatura máxima (TX), temperatura mínima (TN) y factor de exceso de calor (EHF). © Pitaric Adrian, 2018. Changes in heat waves in Chile. Elsevier, p. 237. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.08.007>

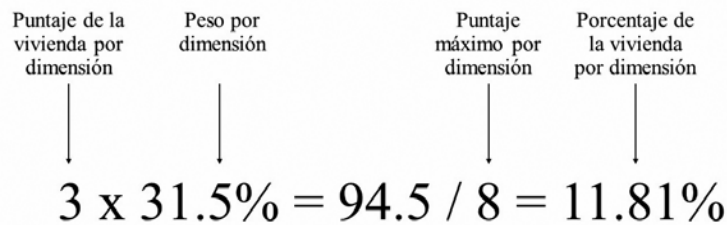


FIG. 02: Conversión de puntaje a porcentaje por dimensión de una vivienda aplicando el indicador desarrollado. © Blanca Huitrado, 2021

calor en base a 3 definiciones: a) la temperatura diurna supera el percentil 90 durante al menos tres días consecutivos; b) la temperatura mínima (TN, Minimum Temperature) nocturna supera el percentil 90 durante al menos tres días consecutivos; y c) el factor de exceso de calor (EHF, Excess Heat Factor) es positivo al menos tres días.

A partir de las tres definiciones anteriores, Pitaric (2018) determinó que Chile experimenta entre 0,8 y 2,7 eventos por verano extendido. La frecuencia más alta según la definición del factor de exceso de calor (EHF, excess heat factor) se registró en las estaciones de Santiago y Curicó (5 y 6) con alrededor de 2 eventos por verano extendido (FIG. 01). Para la construcción del indicador multidimensional se elige la definición de exceso de calor (EHF, excess heat factor) ya que, de las tres definiciones, es la que cuenta con mayor número de eventos por verano en la estación de Santiago.

2. Cambio climático: uno de sus efectos es el aumento de temperatura a nivel global y es necesario considerarlo para evaluar el confort térmico al interior de las viviendas. Así se propone analizar el aumento de temperatura donde se emplaza la vivienda durante los últimos 30 años.

3. Humedad relativa: la humedad relativa al interior de la vivienda afecta directamente el confort térmico de los integrantes del hogar. Mientras menor sea la humedad relativa, más fácil resulta la evaporación, lo cual evita que se forme una capa de líquido de sudor molesto. Para fines de esta variable se considera el trabajo de Howell et al. (2013) basado en la ASHRAE 2013, quienes determinan que el confort se encuentra en un amplio rango entre 30% y 60% de humedad relativa.

PONDERACIÓN DEL INDICADOR MULTIDIMENSIONAL DE POBREZA ENERGÉTICA EVALUANDO EL CONFORT TÉRMICO DE VERANO

Para determinar la ponderación del indicador multidimensional de pobreza energética evaluando el confort térmico, se analizó la metodología de Alkire y Foster (2011) utilizada por el Ministerio de Desarrollo Social para medir la pobreza multidimensional. Esta metodología establece que “un hogar se encontraba en situación de pobreza si acumulaba un 25% o más de carencias, umbral equivalente al peso completo de una de las cuatro dimensiones incorporadas” (CASEN 2016, 45). En esta metodología el hogar se encontraba en situación de pobreza si acumulaba un 25% o más de carencias con 4 dimensiones, el 25% implica que cada dimensión tiene el mismo peso.

Por el contrario, en el indicador multidimensional de pobreza energética que evalúa el confort térmico de verano cada dimensión tiene un peso diferente, donde la más alta corresponde a la constructiva con un 34% y la menor es la climática con un 14%. Esto se concluyó a partir de la tercera consulta del método Delphi. Con lo anterior se determina el siguiente enunciado: el indicador multidimensional que integra confort térmico de verano determina que el hogar se encuentra en situación de pobreza energética si el total de su porcentaje final es mayor a 34%.

Cada variable que conforma el indicador desarrollado se pondera en base a un puntaje, teniendo un máximo de 8 puntos por dimensión (TABLA 01) y es necesario convertir ese puntaje a porcentaje para conocer si la vivienda se encuentra en situación de pobreza energética superando el 34%. Para realizar la conversión, el puntaje de la vivienda por dimensión se multiplica por el peso de la dimensión % (FIG. 02), después el resultado se divide por el puntaje máximo por dimensión (máximo 8) y como resultado obtenemos el porcentaje de la vivienda por dimensión. Sumando los porcentajes de las 4 dimensiones conocemos si la vivienda se encuentra en situación de pobreza energética si supera el 34%.

PONDERACIÓN DE LA DIMENSIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

Dentro de la dimensión sociodemográfica, los ingresos económicos tienen dos variables, si el nivel de ingresos disponible es suficiente para cubrir el gasto energético del hogar para lograr el confort térmico durante el verano, se le asigna 0 puntos, cuando es insuficiente, se le ponderan 3 puntos.

La ponderación del hogar con 1 miembro perteneciente a la población vulnerable equivaldrá a 1 punto, 2 miembros o más integrantes equivaldrá a 2 puntos. El allegamiento de la vivienda ocurre cuando más de un hogar cohabitan en una vivienda, por ende, si un hogar habita una vivienda tendrá 0 puntos, cuando 2 hogares o más cohabitan en una vivienda tendrá una ponderación de 1 punto.

Si los integrantes realizan acciones para el ahorro de la energía tendrán 0 puntos, de lo contrario tendrán una ponderación de 1 punto. Por último, si el jefe del hogar pertenece al género femenino le corresponde una ponderación de 1 punto, de lo contrario si pertenece al género masculino le corresponde una ponderación de 0 puntos.

Las ponderaciones más altas de cada variable perteneciente a la dimensión sociodemográfica tendrán un total de 8 puntos, los cuales se sumarán junto con el resto de las dimensiones que conforman el indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano.

Dimensión sociodemográfica	Variable	Ponderación
Ingresos económicos	El hogar no cuenta con los recursos para satisfacer sus necesidades de confort térmico durante el verano.	Ingreso suficiente del hogar = 0 puntos Ingreso insuficiente del hogar = 3 puntos
Vulnerabilidad sociodemográfica	Alguna persona del hogar pertenece a la población infantil, adultos mayores o electrodependientes.	1 integrante = 1 punto 2 integrantes o más = 2 puntos
Allegamiento de la vivienda	En una sola vivienda cohabitan más de un hogar.	1 hogar = 0 puntos 2 hogares o más = 1 punto
Nivel educativo	El hogar carece de educación cultural en el uso eficiente de la energía.	Integrantes realizan acciones para ahorrar energía: Si realiza = 0 puntos No realiza = 1 punto
Género jefe de hogar	La persona del género femenino sustenta los ingresos económicos del hogar.	Masculino = 0 puntos Femenino = 1 punto

TABLA. 01: Ponderación de la dimensión sociodemográfica del indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano. © Blanca Huitrado, 2021

Dimensión constructiva	Variable	Ponderación
Características de la vivienda	La vivienda carece de calidad térmica para asegurar el confort térmico durante el calor del verano.	Muy calurosa = 3 puntos Calurosa = 3 puntos Ligeramente calurosa = 2 puntos Ni calurosa ni fría = 0 puntos
Riesgo de sobrecalentamiento de la vivienda	La vivienda no cumple con la masa térmica mínima requerida según su ubicación para asegurar el confort térmico durante el calor del verano.	Si cumple = 0 puntos No cumple = 2 puntos
Ventilación natural de la vivienda	La ventilación natural de la vivienda asegura el confort térmico durante el calor del verano.	Espacios con una sola ventana: Distanciamiento interior > 2 H = 0 puntos Distanciamiento interior < 2 H = 1 punto Espacios con dos ventanas: Distanciamiento interior > 3 H = 0 puntos Distanciamiento interior < 3 H = 1 punto
Elementos para mitigar exposición al calor	La vivienda carece de elementos para mitigar el sobrecalentamiento durante el verano.	Uso de algún elemento para mitigar el calor = 0 puntos Ningún elemento = 1 punto
Equipos de ventilación o refrigeración*	La vivienda carece de equipos de ventilación o refrigeración para asegurar el confort térmico durante el calor del verano.	Uso de ventilador = 0 puntos Uso de aire acondicionado = 0 puntos Ningún equipo = 1 punto

* El uso del equipo depende de las exigencias climáticas para lograr el confort higrotérmico donde se ubica la vivienda.

TABLA. 02: Ponderación de la dimensión constructiva del indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano. © Blanca Huitrado, 2021

Dimensión territorial	Variable	Ponderación
Isla de calor	La vivienda es afectada por una isla de calor correspondiente al lugar del emplazamiento.	La ubicación de la vivienda cumple con 10 m ² de área verde por habitante: Si cumple = 4 puntos No cumple = 0 puntos
Orientación de la vivienda*	La vivienda es afectada por las orientaciones desfavorables que influyen en el sobrecalentamiento durante el verano.	Orientación Norte = 0 puntos Orientación Sur = 1 punto Orientación Poniente = 3 puntos Orientación Oriente = 1 punto
Ubicación de la vivienda	La vivienda es afectada por el contexto que influye al sobrecalentamiento durante el verano.	Exceso de edificaciones = 1 punto Exceso asfaltos y concretos = 1 punto

* Orientaciones corresponden a Santiago de Chile, las cuales varían dependiendo del clima del lugar donde se ubica la vivienda.

TABLA. 03: Ponderación de la dimensión territorial del indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano. © Blanca Huitrado, 2021

PONDERACIÓN DE LA DIMENSIÓN CONSTRUCTIVA

En las características de la vivienda, la percepción de los hogares dentro de su vivienda se determina en cuatro variables de confort térmico durante el calor del verano, siendo la definición “muy calurosa” y “calurosa” las más altas con ponderación de 3 puntos, mientras que la definición “ni calurosa ni fría” pondera 0 puntos. En el riesgo de sobrecalentamiento de la vivienda, cuando la vivienda cumple con el índice de masa térmica mínimo requerido a su zona térmica, le corresponde una ponderación de 0 puntos y cuando no cumple, le corresponde una ponderación de 2 puntos.

En la ventilación natural de la vivienda, la mayoría de los espacios con una o dos ventanas se ponderan de la siguiente forma:

Mayoría de espacios con una sola ventana.

- Cuando el distanciamiento interior es mayor a 2 veces la altura, les corresponde una ponderación de 0 puntos.
- Cuando el distanciamiento interior es menor a 2 veces la altura les corresponde una ponderación de 1 punto.

Mayoría de espacios con dos ventanas.

- Cuando el distanciamiento interior es mayor a 3 veces la altura, les corresponde una ponderación de 0 puntos.
- Cuando el distanciamiento interior es menor a 3 veces la altura les corresponde una ponderación de 1 punto.

En cuanto a los elementos para mitigar la exposición al calor que la vivienda emplea durante el verano, se definen los elementos comúnmente usados. El uso de cualquier elemento aportará 0 puntos a la ponderación total, de lo contrario si el hogar no utiliza ningún elemento, tendrá la ponderación de 1 punto.

Por último, el carecer de algún equipo para alcanzar el confort térmico durante el verano, ya sea de ventilación o refrigeración tendrá la ponderación de 1 punto. Las ponderaciones más altas de cada variable perteneciente a la dimensión constructiva tendrán un total de 8 puntos.

PONDERACIÓN DE LA DIMENSIÓN TERRITORIAL

Para la isla de calor se consideran los m² de área verde por habitante, del lugar donde se ubica la vivienda. Si el lugar no cumple con los 10 m² establecidos por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU), la vivienda tendrá una ponderación de 4 puntos. Si el lugar donde se ubica la vivienda cumple con los 10 m², tendrá una ponderación de 0 puntos. Para la orientación de la vivienda, en el caso de Santiago de Chile la orientación poniente recibe más incidencia solar por lo cual tendrá una ponderación de 3 puntos, la orientación norte tendrá una ponderación de 0 puntos, y las orientaciones oriente y sur tendrán 1 punto.

Año	Temperatura media °C Mensual Enero	Temperatura media °C Mensual Febrero	Temperatura media °C Mensual Marzo	Temperatura media °C anual
1990	21.2	19.3	17.2	14.3
2000	21.0	19.6	17.8	14.6
2010	21.8	19.9	18.8	14.2
2019	21.5	21.6	18.1	15.2
Diferencia	0.3	2.3	0.9	0.9

TABLA. 04: Aumentos de temperatura registrados del período 1990-2019 de la estación Santiago- Quinta Normal de la Región Metropolitana en Chile. © Blanca Huitrado, 2021

Dimensión climática	Variable	Ponderación
Olas de calor	La vivienda es afectada por las olas de calor presentes en el lugar del emplazamiento.	Cantidad de olas de calor presentes en los últimos 2 años: 1 ola de calor = 0 puntos 2 olas de calor = 1 punto 3 olas de calor = 2 puntos 4 olas de calor = 3 puntos 5 o más olas de calor = 4 puntos
Cambio climático	La vivienda es afectada por los aumentos de temperatura producto del cambio climático.	Incremento de temperatura media durante los últimos 30 años: 0° C = 0 puntos 0.5° C = 2 puntos 1° C = 3 puntos
Humedad relativa	La vivienda es afectada por la escasez de humedad en el aire influyendo en el confort higrotérmico durante el verano.	Humedad relativa* al interior de la vivienda: 30- 60 % = 0 puntos Menor 30 % = 1 punto Mayor a 60% = 1 punto

TABLA. 05: Ponderación de la dimensión climática del indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano. © Blanca Huitrado, 2021



FIG. 03: Ubicación geográfica de la Villa Altué Sur ubicada en Santiago de Chile. © Google Earth, 2021

El contexto donde se ubica la vivienda influye en el sobrecalentamiento de esta, razón por la cual el exceso de edificaciones, asfaltos y concretos tendrán una ponderación de 1 punto. Las ponderaciones más altas de cada variable perteneciente a la dimensión territorial tendrán un total de 8 puntos.

PONDERACIÓN DE LA DIMENSIÓN CLIMÁTICA

Si la vivienda ha experimentado 5 o más olas de calor en los últimos 2 años, le corresponderá la máxima ponderación de 4 puntos; si ha experimentado 4 olas de calor, tendrá 3 puntos; mientras que por 3 olas de calor se le asignarán 2 puntos; 2 olas de calor corresponden a 1 punto

y la menor ponderación de 0 puntos es para 1 ola de calor.

En cuanto al cambio climático, si el aumento de temperatura durante los últimos 30 años corresponde a 0° C, la ponderación será de 0 puntos, cuando sea de 0.5° C, se le asignan 2 puntos, cuando el aumento corresponda a 1° C corresponderá a 3 puntos. En el caso de Chile se tomó como referencia las temperaturas de los anuarios de la Dirección Meteorológica de Chile, que corresponden al período de 1990 a 2019 (último año del cual existen registros) de la estación Santiago-Quinta Normal de la región Metropolitana. De esos anuarios, se registra la temperatura media anual y las temperaturas medias de los meses de enero, febrero y marzo. A partir de esto se observa que el aumento de temperatura anual es de 0,9° C, por lo cual le correspondería una ponderación de 2 puntos.

Por último, la humedad relativa considera que si el interior de la vivienda se encuentra fuera de los rangos de confort (30-60%), le corresponderá la ponderación de 1 punto. Las ponderaciones más altas de cada variable perteneciente a la dimensión climática tendrán un total de 8 puntos.

APLICACIÓN DEL INDICADOR MULTIDIMENSIONAL DE POBREZA ENERGÉTICA EVALUANDO EL CONFORT TÉRMICO DE VERANO AL CASO DE ESTUDIO LA VILLA ALTUÉ SUR

Con la finalidad de probar el indicador multidimensional desarrollado, se eligió en la ciudad de Santiago, correspondiente al clima cálido seco de tipo mediterráneo, un condominio social ubicado en la comuna de Renca a faldas del cerro Renca (FIG. 03). La elección de este condominio se fundamenta en el resultado de un modelo de regresión ponderada geográficamente, realizado en el proyecto FONDECYT Regular 1201332 Nexo pobreza energía-vivienda. El modelo toma en cuenta diferentes variables para identificar regiones en riesgo de pobreza energética. Por otra parte, se ha escogido este condominio debido a que presenta condiciones desfavorables de calidad material de las viviendas, así como socioeconómicas, mayor amplitud térmica anual (es decir, más frío en invierno y más calor en verano) y se concentra mayoritariamente en la tipología de familias con hijos.

La construcción del condominio social data del año 2009 y está compuesto por 39 viviendas sociales de 44 m² y 2 niveles inicialmente (FIG. 04). Este proyecto incremental permite aumentar los metros cuadrados de vivienda construidos hasta 67 m² y 3 niveles, según los recursos y posibilidades de cada familia, razón por la cual todas las viviendas actuales son diferentes entre sí. La materialidad de las viviendas contemplada en el proyecto original es de albañilería reforzada con vigas de hormigón armado en primer nivel y en los muros medianeros. En los pisos superiores la

estructura corresponde a tabiquería de carpintería metálica con aislante térmico de poliestireno expandido de 50 mm. Las ventanas son de vidrio simple con marco de aluminio, la cubierta es de zinc y como aislante térmico presenta una capa de poliestireno expandido de 80 mm.

Se analizaron los resultados de una encuesta diseñada y aplicada como una actividad del proyecto FONDECYT Regular 1201332 que permitió conocer las condiciones socioeconómicas de la población de la villa Altué Sur. A partir de esta encuesta se pudo constatar que la población cuenta con 85 habitantes, siendo el mayor porcentaje de sus habitantes adultos de 30 a 59 años, equivalente a 41,2%; los niños de 0 a 14 años conforman un 28,2% del total de los habitantes; los jóvenes de 15 a 29 años representan el 27,1%; mientras que los adultos mayores de 60 años o más son un 3,5% de los habitantes. De esa población encuestada, 43 personas corresponden al género femenino, 42 al masculino y ninguna se identificó con otro género. La encuesta nos muestra tres niveles educativos predominantes: un 21,2% cuenta con educación media completa; una proporción similar de un 20% ha cursado la educación básica sin completar el ciclo; mientras que un 18,8% ha cursado la educación media sin completarla. En relación con el nivel de ingresos, la encuesta arrojó que, de la población económicamente activa, el mayor porcentaje corresponde al 32,4% que percibe ingresos mensuales entre \$193.105 a \$352.743 CLP por persona, donde el 43% de esos trabajadores percibe ingresos por sobre el ingreso mínimo mensual de \$326.500 CLP². El 18,9% percibe entre \$125.559 a \$193.104 CLP por persona, monto menor que el ingreso mínimo mensual. El 2,7% corresponde a ingresos entre \$74.970 a \$125.558 CLP.

Con el objetivo de validar el indicador multidimensional en un muestreo heterogéneo se eligieron 10 viviendas con diferentes orientaciones (FIG. 05) y de diversas características espaciales ya que las familias han incrementado y modificado las viviendas según sus posibilidades y recursos económicos.

RESULTADOS

De las 10 viviendas donde se aplicó el indicador multidimensional, la dimensión con mayor carencia fue la territorial (TABLA 06), donde las variables no dependen de las familias y es difícil de modificar cuando ya se habita la vivienda. Le sigue la dimensión climática, donde las variables olas de calor, el cambio climático y la humedad relativa dependen del comportamiento global y los efectos negativos que la actividad humana ha generado sobre el planeta.

En el riesgo de sobrecalentamiento de la vivienda de la dimensión constructiva (TABLA 06), las 10 viviendas cumplen con el índice de masa térmica mínimo requerido de acuerdo con la zona térmica de su emplazamiento, por lo cual tienen un



FIG. 04: Tipología del condominio social ubicado en la comuna de Renca, Santiago de Chile. © Blanca Huitrado, 2021

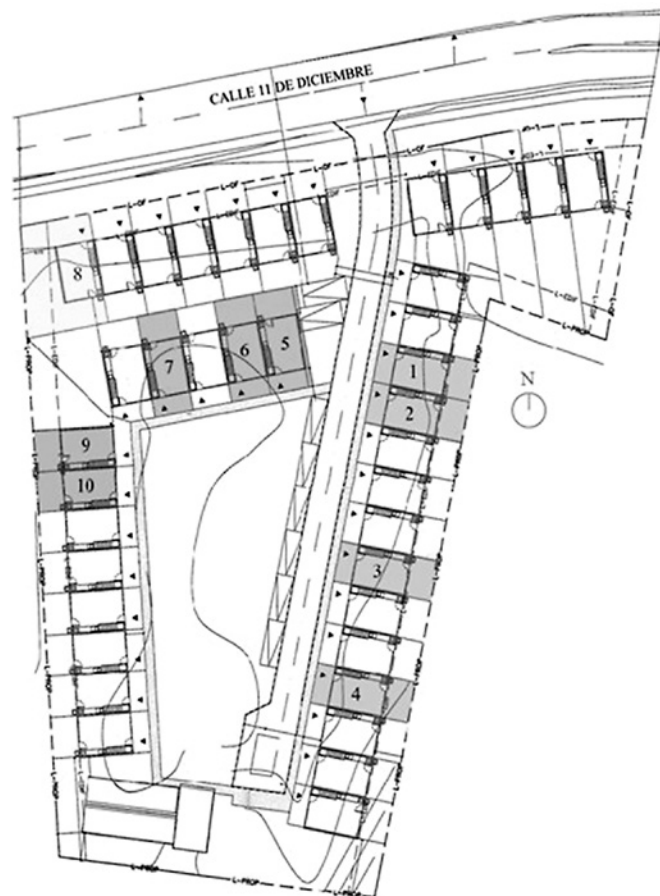


FIG. 05: Plano de conjunto de la Villa Altué Sur con las viviendas seleccionadas para la validación del indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano. © Proyecto Fondecyt Regular 1201332 Nexo Pobreza Energía- Vivienda, 2021.

Indicador multidimensional de pobreza energética integrando confort térmico de verano.												
Dimensión	Variable	Ponderación	Vivienda									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sociodemográfica	Ingresos económicos	Ingreso suficiente del hogar = 0 puntos Ingreso insuficiente del hogar = 3 puntos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vulnerabilidad sociodemográfica	1 integrante = 1 punto, 2 integrantes o más = 2 puntos	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2
	Allegamiento de la vivienda	1 hogar = 0 puntos, 2 hogares o más = 1 punto	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
	Nivel educativo	Integrantes realizan acciones para ahorrar energía: Si realiza = 0 puntos, No realiza = 1 punto	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	Género jefe de hogar	Masculino = 0 puntos, Femenino = 1 punto	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
Subtotal de puntaje			3	4	3	3	1	3	4	4	2	3
Constructiva	Características de la vivienda	Muy calurosa = 3 puntos, Calurosa = 3 puntos Ligeramente calurosa = 2 puntos, Ni calurosa ni fría = 0 puntos	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	Riesgo de sobrecalentamiento de la vivienda	Si cumple = 0 puntos, No cumple = 2 puntos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ventilación natural de la vivienda	Espacios con una sola ventana: Distanciamiento interior > 2 H = 0 puntos Distanciamiento interior < 2 H = 1 punto Espacios con dos ventanas: Distanciamiento interior > 3 H = 0 puntos Distanciamiento interior < 3 H = 1 punto	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	Elementos para mitigar exposición al calor	Uso de algún elemento = 0 puntos, Ningún elemento = 1 punto	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
	Equipos de ventilación o refrigeración	Uso de ventilador o aire acondicionado = 0 puntos Ningún equipo = 1 punto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal de puntaje			5	5	4	5	5	3	5	4	1	5
Territorial	Isla de calor	La ubicación de la vivienda cumple con 10 m ² de área verde por habitante: Si cumple = 0 puntos, No cumple = 4 puntos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Orientación de la vivienda	Orientación Norte = 0 puntos, Sur = 1 punto, Poniente = 3 puntos, Oriente = 1 punto	3	3	3	3	1	1	1	0	1	1
	Ubicación de la vivienda	Exceso de edificaciones, asfaltos y concretos = 1 punto	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
Subtotal de puntaje			8	8	8	7	6	6	6	5	5	6
Climática	Olas de calor	Cantidad de olas de calor presentes en los últimos 2 años: 1 ola de calor = 0 puntos, 2 olas de calor = 1 punto, 3 olas de calor = 2 puntos, 4 olas de calor = 3 puntos, 5 o más olas de calor = 4 puntos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Cambio climático	Incremento de temperatura media durante los últimos 30 años: 0° C = 0 puntos, 0,5° C = 2 puntos, 1° C = 3 puntos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Crisis hídrica	Humedad relativa al interior de la vivienda: 30-60% = 0 puntos, Menor 30% = 1 punto, Mayor a 60% = 1 punto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal de puntaje			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Total puntaje			21	22	20	20	17	17	20	18	13	19
Total en % por vivienda			62.3%	66.3%	58.1%	59.7%	49.3%	48.7%	61.1%	54.3%	33.7%	57.2%

puntaje de cero. Pero lo anterior se contraponen con las características de la vivienda, donde los habitantes de 9 de las 10 viviendas declararon que su vivienda es calurosa durante el verano.

Las viviendas con mayor ponderación son las 2, 1, 3 y 4, cuya fachada con mayor área de ventanas se encuentra al poniente, la orientación más afectada por la exposición al sol del verano en Santiago de Chile. La percepción de los habitantes coincide con los resultados de mayor ponderación, donde las fachadas de las viviendas se encuentran al poniente. En efecto, al encuestar a una persona que habita la vivienda número 3, mencionó que los árboles del parque ayudaban a disminuir el sobrecalentamiento, pero se tuvieron que talar porque su crecimiento rozaba con los cables eléctricos del mismo, poniendo en riesgo la seguridad de la villa. Cabe mencionar que, de los 10 hogares encuestados, 8 declararon sufrir dolor de cabeza al interior de su vivienda durante la temporada de verano, sin importar orientación o número de integrantes habitando la misma.

Las viviendas con menor ponderación son la 9 con 33,7%, la 6 con 48,7% y la 5 con 49,3%, las cuales coinciden en el allegamiento de la vivienda de la dimensión sociodemográfica, al estar habitadas por un solo hogar. En esa misma dimensión, la vivienda 9 y 5 declararon ser jefe de hogar de género masculino. Vale destacar que en 7 de las 10 viviendas el género del jefe del hogar es femenino. Las viviendas 5 y 9 obtuvieron el mismo puntaje en la orientación de la vivienda de la dimensión territorial, al estar la vivienda 9 situada al oriente, así como la 5 y 6 al sur. Por último, las viviendas con menor ponderación coinciden en la dimensión climática como el resto de las viviendas donde se aplicó el indicador multidimensional.

La vivienda 9, que no ha modificado su diseño original, obtuvo el menor porcentaje de todas con 33,7% (FIG. 06), lo que la hace la única con porcentaje menor al 34% (peso de la dimensión constructiva). De acuerdo con el indicador multidimensional que integra el confort térmico de verano, esta vivienda no se encuentra en situación de pobreza energética.

DISCUSIÓN

La dimensión territorial, con mayor carencia del indicador desarrollado, es compleja de intervenir por las familias, ya que, en muchas ocasiones cuando se adquiere una vivienda, el factor económico supera las preferencias de las familias sobre la orientación y su ubicación. Esta situación conlleva a que las familias solo puedan intervenir en la dimensión constructiva para salir de la situación de pobreza energética, ya sea mejorando la calidad constructiva de la vivienda, colocando elementos para mitigar la exposición al sol, ampliando los espacios o agregando ventanas para tener una ventilación correcta. También se puede intervenir la dimensión sociodemo-

TABLA. 06: Resultados del indicador multidimensional de pobreza energética que integra confort térmico de verano aplicado a 10 viviendas de la Villa Altué Sur. © Blanca Huitrado, 2021

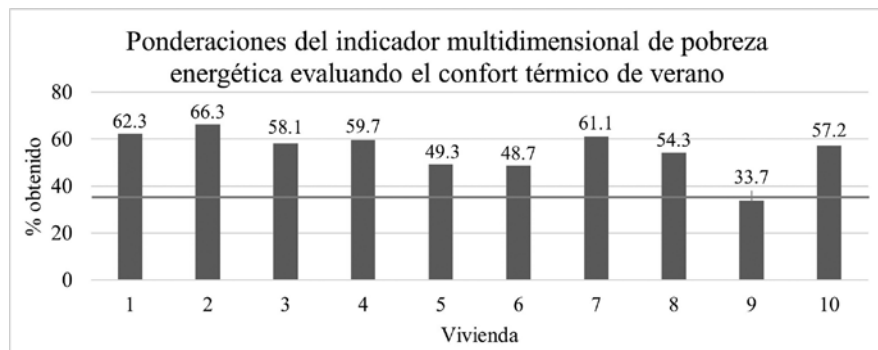


FIG. 06: Comparativa de los resultados del indicador multidimensional de pobreza energética evaluando el confort térmico de verano aplicado a 10 viviendas de la villa Altúe sur.

© Blanca Huitrado, 2021

gráfica, aunque es más complicado separar dos o más hogares cuando por diferentes situaciones no pueden contar con vivienda propia y comparten la misma. Una propuesta viable es proporcionar a los hogares conocimientos para la eficiencia y el ahorro energético en la vivienda, lo que no solo supone un ahorro económico, sino un beneficio para el medio ambiente.

Es importante resaltar la contradicción evidente que se genera, al estar cumpliendo las viviendas con el mínimo requerido índice de masa térmica de acuerdo con la zona de emplazamiento, aun cuando sus habitantes perciben que la vivienda es calurosa durante el verano. Esto nos indica que no es suficiente cumplir con el mínimo requerido actual para lograr el confort térmico de los habitantes durante el verano. Adicionalmente el incremento de temperatura producto del cambio climático, será un factor para considerar al establecer tales requerimientos en la normatividad térmica a futuro.

Al estar las 3 viviendas con menor porcentaje habitadas por un solo hogar, se hace evidente que, a mayor allegamiento de la vivienda, mayor será el riesgo del sobrecalentamiento de la misma, y por consiguiente, mayor el riesgo de encontrarse en situación de pobreza energética considerando el confort térmico de verano. En relación con el género del jefe del hogar, 2 de las 3 viviendas que declararon tener jefe de hogar de género masculino, resultaron ser viviendas con menor porcentaje del indicador multidimensional aplicado. Lo anterior puede deberse al conocimiento y/o habilidad en autoconstrucción del género masculino en relación con el género femenino y también a la brecha salarial.

El hecho de que solo 1 de las 10 viviendas donde se aplicó el indicador multidimensional tuviera un porcentaje menor al 34%, indica que las modificaciones que las familias realizan, si bien aumentan los metros cuadrados de la vivienda, no siempre mejoran la calidad térmica de la misma. Lo anterior se debe a diversos factores: la calidad de los materiales, los escasos recursos económicos para contratar a un profesional, el

conocimiento de autoconstrucción de las personas, etc. Una oportunidad donde la política pública podría interactuar con las familias a través de un programa de seguimiento en tales ampliaciones, cumpliendo con la normativa térmica y procesos de construcción correctos.

CONCLUSIONES

Los efectos del cambio climático en el planeta son más frecuentes en las últimas décadas, conllevando a un riesgo para la salud de la población, producto del aumento de la temperatura. Fenómenos como las olas de calor, islas de calor, incendios forestales y sequías evidencian que el calor es un determinante para considerar no sólo en regiones con clima cálido, sino también en regiones con clima frío que comienzan a registrar un aumento de temperatura. Por lo anterior es preciso incluir el confort térmico durante el verano en los estudios de pobreza energética, así como también en los efectos de la salud pública.

El método Delphi resultó ser una metodología eficaz y viable para obtener y aplicar conocimientos en el área de la pobreza energética, además de tener potencial para aplicarse en el campo de la arquitectura y sus diferentes ramas, al ser un medio en el cual diferentes disciplinas pueden asociarse para obtener nuevo conocimiento.

La validación del indicador multidimensional en terreno sirve para investigar de primera mano la situación que viven los hogares al interior de su vivienda y constatar que los hogares viven en incomodidad térmica durante la temporada de verano. Aun cuando la vivienda se esté ventilando durante la mayor parte del día, se abran puertas y ventanas, no es suficiente para refrescar la vivienda, generándose un calor que es causante de problemas de salud, como dolor de cabeza. Las personas se enferman al interior de su vivienda, no sólo en temporada de invierno, sino también en verano, y es urgente que la temática esté incluida en los estudios de pobreza energética y salud pública.

Una de las dificultades de probar el indicador multidimensional fue comprobarlo en vivien-

das con distinta ubicación, esto debido a las condiciones producto de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2. Tener viviendas en diferentes ubicaciones, permitirá lograr una muestra más heterogénea, donde la dimensión territorial, que resultó ser la dimensión en la que las viviendas presentaron mayores deficiencias, presentarán diferentes ponderaciones que podrán compararse. Los tiempos de restricción y confinamiento decretados por la autoridad sanitaria determinaron en qué momento se pudo visitar la comuna de Renca ubicada en Santiago de Chile. El indicador aplicado en esa villa evidenció que 9 de las 10 viviendas encuestadas se encuentran en situación de pobreza energética, lo cual demuestra la problemática existente en la vivienda social y el riesgo a la salud de los hogares que habitan en ellas.

Entender y abordar la pobreza energética desde distintos ámbitos es fundamental para minimizar la vulnerabilidad de los hogares. Promoviendo la consideración de las distintas dimensiones que conforman el indicador desarrollado, es decir: sociodemográfica, constructiva, territorial y ambiental, será posible proponer lineamientos y soluciones de política pública para mejorar la calidad de vida de las personas.

El indicador multidimensional es un instrumento viable por la facilidad de su aplicación en países en vías de desarrollo, ya que mide la pobreza energética mediante información de fácil acceso como la encuesta o el registro meteorológico de un lugar. La investigación desarrollada se validó en Santiago de Chile, pero el indicador multidimensional tiene el potencial de aplicarse a futuro en otros lugares con clima cálido seco o en otras investigaciones donde se esté evaluando el confort térmico de verano en los estudios de pobreza energética.

NOTAS

1- El presente artículo está basado en la investigación realizada para obtener el grado de magister en Arquitectura Sustentable y Energía, además de formar parte del proyecto FONDECYT Regular 1201332 titulado "Nexo pobreza-energía-vivienda: lineamientos de política pública para abordar la pobreza energética desde la relación con la vivienda en áreas metropolitanas", liderada por Felipe Encinas, investigador responsable y profesor guía de la tesis mencionada.

2- Definido de acuerdo con la Ley 21.283 promulgada el 2 de noviembre del 2020 por el Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

BIBLIOGRAFÍA

- Alkire, Sabina y James Foster. 2011. "Counting and Multidimensional Poverty Measurement". *Journal of Public Economics* 95, núm. 7-8.
- Anderson, Will, Vicki White y Andrea Finney. 2012. "Coping with low incomes and cold homes". *Energy Policy*, 49, 40-52.
- Baker, Nick, y Koen Steemers. 2005. *Energy and Environment in Architecture: A Technical Design Guide*. Nueva York. Londres: Taylor & Francis e-Library.
- Boardman, Brenda. 1991. *Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth*. Londres: Belhaven Press.
- Bustamante, Waldo, Yoselin Rozas, Rodrigo Cepeda, Felipe Encinas y Paula Martínez. 2009. *Guía de diseño en la eficiencia energética en la vivienda social en Chile*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en: <http://old.acee.cl/576/articles-61341_doc_pdf.pdf>.
- Calvo, Rubén, Catalina Amigo, Marco Billi, Alejandra Cortés, Patricio Mendoza, Ricardo Tapia, María Antonieta Urquieta y Anahí Urquiza. 2019. *Acceso equitativo a energía de calidad en Chile. Hacia un indicador territorializado y tridimensional de pobreza energética*. Red de Pobreza Energética. Disponible en: <https://observatoriobes.infor.cl/media/2021/02/DT.-ACCESO-EQUITATIVO-A-ENERGIA-DE-CALIDAD-EN-CHILE.-PROPUESTA-INDICADOR-_compressed.pdf>.
- CASEN. 2016. "Metodología de Medición de Pobreza Multidimensional Con Entorno y Redes". *Serie Documentos Metodológicos Casen* núm. 32, 26 diciembre 2016. Disponible en: <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/pobreza/Metodologia_de_Medicion_de_Pobreza_Multidimensional.pdf>.
- Cerè, Giulia, Yacine Rezgui y Wanqing Zhao. 2019. "Urban-Scale Framework for Assessing the Resilience of Buildings Informed by a Delphi Expert Consultation". *International Journal of Disaster Risk Reduction* 36.
- Croitoru, Adina-Eliza, Adrian Piticar, Antoniu-Flavius Ciupertea y Cristina Florina Roşca. 2016. "Changes in Heat Waves Indices in Romania Over the Period 1961-2015". *Global and Planetary Change*, 146.
- García-Ochoa, Roberto y Boris Graizbord. 2016. "Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional". *Economía Sociedad y Territorio* xvi, núm. 51.
- Geirinhas, João L., Ricardo M. Trigo, Renata Libonati, Caio A.S. Coelho y Ana Cristina Palmeira. 2018. "Climatic and Synoptic Characterization of Heat Waves in Brazil". *International Journal of Climatology* 38, núm. 4.
- Grey, Charlotte, Shiyu Jiang y Wouter Poortinga. 2015. "Fuel Poverty, Thermal Comfort , and Health in Low-Income Areas in Wales: Results from the First Wave of Data Collection for the Arbed Health Impact Study". *Wsa Working Paper*. Welsh School of Architecture, Cardiff University. Disponible en: <https://www.cardiff.ac.uk/___data/assets/pdf_file/0018/1320327/WSA-Working-Paper-02-2015.pdf>.
- Howell, Ronald, William Coad y Harry Sauer. 2013. *Principles of Heating, Ventilating and Air Conditioning*, 7th ed. A Textbook with Design Data Based on the 2013 ASHRAE Handbook-Fundamentals. Georgia: ASHRAE. Disponible en: <<https://www.daboosanat.com/wp-content/uploads/2019/04/%D8%A7%D8%B5%D9%88%D9%84-%D8%B3%DB%8C%D8%B3%D8%AA%D9%85-%D9%87%D8%A7%DB%8C-HVAC.pdf>>.
- INE y CNDU. 2020. *Manual de procedimientos línea de base 2018*. Disponible en: <<https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/siedu>>.
- IPCC. 2021. "Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis". *Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* eds. Masson Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu y B. Zhou. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Jones, Jeremy y Duncan Hunter. 1995. "Qualitative Research: Consensus Methods for Medical and Health Services Research". *Bmj* 311, núm. 7001.
- Koppe, Christina, Sari Kovats, Gerd Jendritzky y Bettina Menne. 2004. Heat-Waves: Risks and Responses. Dinamarca: World Health Organization. Regional Office for Europe. Disponible en: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107552>>.
- Mazzone, Antonella. 2020. "Thermal Comfort and Cooling Strategies in the Brazilian Amazon. An Assessment of the Concept of Fuel Poverty in Tropical Climates". *Energy Policy* 139.
- Meijering, Jurian Vincent, Hilde Tobi y Kristine Kern. 2018. "Defining and Measuring Urban Sustainability in Europe: A Delphi Study on Identifying Its Most Relevant Components". *Ecological Indicators* 90.
- Meijering, Jurian Vincent, Hilde Tobi, Adri van den Brink, Fiona Morris y Diedrich Bruns. 2015. "Exploring Research Priorities in Landscape Architecture: An International Delphi Study". *Landscape and Urban Planning* 137.
- Middlemiss, Lucie y Ross Gillard. 2015. "Fuel Poverty from the Bottom-Up: Characterising Household Energy Vulnerability through the Lived Experience of the Fuel Poor". *Energy Research & Social Science* 6.
- National Oceanic y Atmospheric Administration. 2021. "It's Official: July Was Earth's Hottest Month on Record". Disponible en: <<https://www.noaa.gov/news/its-official-july-2021-was-earths-hottest-month-on-record>>.
- Pérez-Fargallo, Alexis, Carlos Rubio-Bellido, Jesús A. Pulido-Arcas y Francisco Javier Guevara-García. 2018. "Fuel Poverty Potential Risk Index in the Context of Climate Change in Chile". *Energy Policy* 113.
- Piticar, Adrian. 2018. "Changes in Heat Waves in Chile". *Global and Planetary Change* 169.
- Porras-Salazar, J. A., S. Contreras-Espinoza, I Cartes, J. Piggot-Navarrete y A. Pérez-Fargallo. 2020. "Energy Poverty Analyzed Considering the Adaptive Comfort of People Living in Social Housing in the Central-South of Chile". *Energy and Buildings* 223.
- Reguant-Alvarez, Mercedes y Mercedes Torrado-Fonseca. 2016. "El método Delphi". *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació* 9, núm. 1.
- Sánchez-Guevara, Carmen, Anna Mavrogianni y Francisco Javier Neila González. 2017. On the Minimal Thermal Habitability Conditions in Low Income Dwellings in Spain for a New Definition of Fuel Poverty. *Building and Environment* 114.
- Schuessler, Rudolf. 2014. "Energy Poverty Indicators: Conceptual Issues – Part I: The Ten-Percent-Rule and Double Median/Mean Indicators". *SSRN Electronic Journal*, núm. 14.
- Walker, Gordon y Rosie Day. 2012. "Fuel Poverty as Injustice: Integrating Distribution, Recognition and Procedure in the Struggle for Affordable Warmth". *Energy Policy* 49.
- World Health Organization. 2012. "Health Indicators of Sustainable Cities". *The Rio+20 UN Conference on Sustainable Development*, May, 17-18. Disponible en: <https://www.who.int/docs/default-source/environment-climate-change-and-health/sustainable-development-indicator-cities.pdf?sfvrsn=c005156b_2>.
- World Health Organization y World Meteorological Organization. 2012. *Atlas of Health and Climate*. Geneva: WHO y WMO. Disponible en: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241564526>>.