



Modelo de vivienda auto sostenible para mejorar la habitabilidad y confort de las viviendas de Puno.

Enríquez Vicuña P. A.

Revista de Arquitectura y Urbanismo Taypi Vol. 1, N° 2 / Pag. 13 - 27

Doi: 10.5281/zenodo.7617942

*Recibido 19/11/2022*

*Aceptado 20/12/2022*

**Artículo Original**

# MODELO DE VIVIENDA AUTO SOSTENIBLE PARA MEJORAR LA HABITABILIDAD Y CONFORT DE LAS VIVIENDAS DE PUNO.

## SELF-SUSTAINABLE HOUSING MODEL TO IMPROVE THE HABITABILITY AND COMFORT OF HOMES IN PUNO.

**Enríquez Vicuña P. A.**

 JC Corporation S.A.C., El Callao, Perú.

 0000-0002-6303-0034

 paulneriquez231@gmail.com

Cita este artículo

Enríquez Vicuña P. A. (2022). Modelo de vivienda auto sostenible para mejorar la habitabilidad y confort de las viviendas de Puno. *Revista de Arquitectura y Urbanismo Taypi*, 1(2), 13 - 27. Doi: 10.5281/zenodo.7617942

## **Resumen**

El presente trabajo abordó la problemática de determinar en qué medida los materiales constructivos con cualidades térmicas y energías alternativas influyen sobre los niveles de habitabilidad y confort. Con este objetivo, se buscó identificar las características de un modelo de vivienda autosostenible que haga uso de estos materiales y sistemas alternativos de energía para influir en los niveles de habitabilidad y confort de las viviendas en la ciudad de Puno. Para ello, se realizó un estudio cuantitativo y se utilizaron métodos descriptivos explicativos para analizar las viviendas de la ciudad en términos de hogar, vivienda y población. Se utilizaron datos estadísticos provenientes del INEI (censo de vivienda 2017) como fuente de información de primer orden. En un primer momento, la investigación tuvo un alcance descriptivo, recopilando la información documental y estadística necesaria para dimensionar las variables de estudio. Luego, se procedió al procesamiento y análisis de los datos recolectados, con el fin de identificar las características de diseño del modelo de vivienda auto sostenible propuesto y dimensionar los niveles de influencia en la habitabilidad y confort de las viviendas. Como resultado, se identificaron las características constructivas y funcionales de un modelo de vivienda auto sostenible, adaptado a las condiciones climáticas y geográficas de la ciudad de Puno, que contribuirían a mejorar la eficiencia térmica y energética de las viviendas de la ciudad. En conclusión, se comprueba que estos elementos influyen positivamente en los niveles de habitabilidad y confort de las viviendas de la ciudad de Puno.

## **Palabras clave**

Confort, energías limpias, habitabilidad, sostenibilidad, vivienda.

## **Abstract**

The present work addressed the problem of determining to what extent construction materials with thermal qualities and alternative energies influence the levels of habitability and comfort. With this objective, we sought to identify the characteristics of a self-sustainable housing model that makes use of these materials and alternative energy systems to influence the habitability and comfort levels of housing in the city of Puno. For this purpose, a quantitative study was carried out and descriptive explanatory methods were used to analyze the city's housing in terms of household, housing, and population. Statistical data from the INEI (2017 housing census) were used as a first-order source of information. Initially, the research had a descriptive scope, collecting the documentary and statistical information necessary to dimension the study variables. Then, we proceeded to the process and analysis of the collected data, to identify the design characteristics of the proposed self-sustainable housing model and to dimension the levels of influence on the habitability and comfort of the dwellings. As a result, the constructive and functional characteristics of a self-sustainable housing model, adapted to the climatic and geographical conditions of the city of Puno, were identified, which would contribute to improving the thermal and energy efficiency of the city's housing. In conclusion, it is proven that these elements have a positive influence on the habitability and comfort levels of housing in the city of Puno.

## **Keywords**

Comfort, clean energy, livability, sustainability, housing.

## **Introducción**

Tanto la comprensión como el concepto de sostenibilidad de la vivienda se encuentran aún en proceso de construcción. Actualmente, la idea de la auto-sostenibilidad configura una reflexión desde una perspectiva teórica. La calificación del término "auto-sostenible" por ahora solo puede comprenderse como una definición tendencial. La presente investigación parte de cuestionar en qué medida los materiales constructivos con cualidades térmicas y el uso de energías alternativas influyen en la habitabilidad y el confort de las viviendas de la ciudad. Con esto, se busca identificar aquellos elementos constructivos que han logrado su adaptación a las características climáticas de la ciudad, además de los sistemas que puedan contribuir a mejorar su eficiencia energética. Esto, con el objetivo de influir en la habitabilidad y confort de las viviendas de la ciudad y, en consecuencia, en la mejora de la calidad de vida del poblador de Puno. Se sabe que, en la actualidad, los estudios sobre sostenibilidad y eficiencia energética de la vivienda en la ciudad de Puno aún están en etapas primarias. Esto se ve reflejado en los niveles de habitabilidad y confort de las viviendas de la ciudad. Los materiales constructivos, en su mayoría, aún no presentan una plena adaptación al medio climático y, a su vez, representan un impacto energético importante sobre los sistemas de servicio, el medio natural y paisajístico de la ciudad.

Es necesario identificar nuevos materiales constructivos y fuentes de energía alternativas que se adapten mejor a las características del entorno natural y paisajístico de la ciudad, así como analizar el potencial de estas fuentes alternativas de energía para desaturar tanto las áreas de procesamiento de residuos como los sistemas de abastecimiento energético de la ciudad. Alcanzar un desarrollo residencial ambientalmente sostenible significa encontrar maneras de reducir el consumo de los hogares en términos absolutos, en línea con la idea de que es necesario reducir el consumo general de recursos, ya sean renovables o no (Vanegas, 1996; Jackson & Michaelis, 2003). La adopción de una perspectiva basada en el ciclo de vida se presenta como una estrategia clave para mitigar las emisiones de carbono dentro del sector de la construcción (Malmqvist, 2011). El discurso sobre la vivienda sostenible sostiene la teoría de una construcción de entornos residenciales con un menor impacto en el deterioro del medio ambiente y en el cambio climático global (Lovell, 2004). Los cambios demográficos relacionados con un número creciente de hogares pequeños en la ciudad, ponen a prueba los recursos de vivienda existentes y futuros (Clarke, 2004; Kabisch & Haase, 2011). Esto tiene implicaciones para la demanda total de recursos, tanto directa e indirectamente (Liu, Daily, Ehrlich & Luck, 2003). Ir más allá de las soluciones técnicas sigue siendo un desafío esencial en la industria de la construcción y una perspectiva de investigación que prevalecerá en el tiempo (Schweber y Leiringer, 2012). La disminución de los combustibles fósiles a lo largo del tiempo apunta hacia la búsqueda de fuentes de energía alternativas para mantener la expansión industrial y tecnológica actual (Murphy, 2011). Esto apunta a una transición hacia fuentes de energía renovable y una reducción general en la demanda de energía, al mismo tiempo que permite una oportunidad global para el desarrollo social. La innovación "eco eficiente" en el rendimiento del edificio y la confianza en la optimización energética se basan en una creencia generalizada de las soluciones técnicas. Esto también se transmite en gran medida al público. De acuerdo con (Gifford, 2011), una creencia en una supuesta tecnología de salvación puede actuar como una barrera para instigar conductas pro ambientales que minimizan la presión sobre los recursos. En base a esto surge la creencia, que la tecnología ha de solucionar los impactos sobre el medio ambiente en función de optimizar el consumo de recursos, lo cual aleja al ser de una conciencia ética de consumo, y de los límites de nuestro entorno. Alcanzar un desarrollo residencial ambientalmente sostenible significa encontrar maneras de reducir el consumo de los hogares en términos absolutos, en línea con los argumentos de que necesitamos reducir el consumo general de recursos, ya sean renovables o no (Vanegas, 1996; Jackson & Michaelis, 2003).

Una idea modificada de las necesidades de vivienda (según Lawrence, 1987) incorpora aspectos como la comodidad, la socialización, la autoexpresión cultural y la estética, junto con las nociones

de refugio y seguridad; factores relacionados con el bienestar del hogar. Las nociones de confort, conveniencia y estándares materiales esperados, deberían estar conectadas a un contexto normativo (Wilhite et al., 1996), donde la significancia social, las preferencias individuales, junto con el "objetivo y funcionamiento de la vivienda" confluirían en la percepción de habitabilidad y confort general de esta. La sostenibilidad social de la vivienda también puede verse como el proceso de desarrollo dentro de las propias comunidades, que en última instancia apoya una condición social positiva y armoniosa (McKenzie, 2004). El derecho a una vivienda adecuada, digna y asequible y el desarrollo de entornos residenciales sostenibles se reconoce cada vez más como una tarea imperativa para mitigar la degradación ambiental y fortalecer el capital social (Maliene, Howe y Malys, 2008). Varias investigaciones han abordado la construcción sostenible y las bondades del uso de Materiales constructivos ecológicos y eficientes, así, Fidel (2017) tiene como objetivo encontrar la influencia que tienen los materiales constructivos en los niveles de habitabilidad y confort de una vivienda, y en base al estudio de esta relación, encontrar alternativas tecnológicamente amigables con el medio ambiente, de fácil acceso y con connotaciones de identidad, para la mejora de dichos niveles. Así mismo Dueñas Cervantes y Soto Hinojosa (2020), tiene el objetivo de desarrollar un aislante térmico de concreto basado en fibras PET, como parte de una vivienda de albañilería confinada y muros trombe, En base a esto los resultados muestran, que la eficiencia térmica del edificio se vio incrementada considerablemente, como resultados específicos las fibras PET incluidas en la mezcla de concreto en una proporción del 4%, contribuyó como aislante térmico como también en incrementar las cualidades estructurales de la mezcla, estos estudios hablan de las bondades tanto térmicas como estructurales de los materiales alternativos, y su relación e influencia en la habitabilidad confort de las edificaciones.

El tratamiento de aguas residuales también contribuye a la conservación del medio ambiente ya la desaturación de los servicios públicos de desagüe. Es importante mencionar también el estudio de López (2010), que presenta reflexiones acerca de la vivienda social y las condiciones en que se construyen en la ciudad de Mexicali, México. El contexto del estudio es de climatografía árida y cálida extrema, y en cuanto al contexto social, las políticas nacionales e internacionales que buscan la conservación del medio ambiente a través de la vivienda social y la construcción sostenible. En conclusión, encontramos que la propuesta de diseño de vivienda social con características sustentables es coherente y necesaria en estos contextos de estudio, lo cual hace necesaria la adopción de métodos constructivos y de diseño con criterios de tienen del medio ambiente, eficiencia energética y uso racional de los recursos, lo cual es muy afín a la realidad de la vivienda en la ciudad de Puno. Finalmente, esto nos permite afirmar que los materiales constructivos con cualidades térmicas y el uso de energías alternativas en un modelo de vivienda influyen positivamente en los niveles de habitabilidad y confort, y presentan elementos de referencia para la elaboración de proyectos más amplios de tipo residencial con características sostenibles, reducción del impacto energético y de las viviendas, así como explosiones ambientales que busquen mejorar la calidad de vida del p lo cual es muy afín a la realidad de la vivienda en la ciudad de Puno. Finalmente, esto nos permite afirmar que los materiales constructivos con cualidades térmicas y el uso de energías alternativas en un modelo de vivienda influyen positivamente en los niveles de habitabilidad y confort, y presentan elementos de referencia para la elaboración de proyectos más amplios de tipo residencial con características sostenibles, reducción del impacto energético y de las viviendas, así como explosiones

ambientales que busquen mejorar la calidad de vida del poblador mediante la influencia en los niveles de habitabilidad y confort.

## **Metodología**

Se trabajó con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Es cuantitativo porque mide las variables de estudio y su influencia en la habitabilidad y confort de las viviendas, utilizando para ello la propuesta de diseño de un modelo de vivienda auto sostenible adaptado a las características climáticas y geográficas de la ciudad de Puno. El estudio, en una primera etapa, es de alcance descriptivo, recopilando la información documental y estadística relacionada con las variables de estudio. Y, después, en su etapa correlacional-causal, pasar al procesamiento y análisis de los datos recolectados para determinar en qué medida las características del modelo de vivienda auto sostenible van a tener influencia sobre la habitabilidad y confort. Según Sánchez et al. "La investigación, según el enfoque cuantitativo, es de tipo básico o teórico, que permite describir, correlacionar y explicar la realidad, y en la investigación esta relación se da por la relación causa-efecto, de la variable independiente con la variable dependiente" (2014, p. 27-28). Asimismo, será correlacional y explicativa cuando se agrega un análisis causal empleando indicadores objetivos, o conjeturando las razones del comportamiento de la relación" (Farrés, 2013, pp. 182-183).

**Participantes:** La muestra de estudio se compone de 52,515 viviendas del ámbito urbano y rural de la ciudad de Puno, en función de la cual se realizó un análisis físico espacial general y específico, de los cuales se obtuvo las premisas de diseño para la propuesta del modelo de vivienda auto sostenible para la ciudad de Puno. Asimismo, se recolectó una muestra estadística proveniente de la ciudad relacionada con la habitabilidad y confort de las viviendas. La muestra proviene de una fuente primaria de información (base de datos del INEI, censo de vivienda 2017).

**Instrumentos:** Se eligió como método de investigación la observación, mediante la técnica de observación estructurada, y como instrumentos las fichas de observación y escala de estimación. El alcance será descriptivo en la fase de recopilación e interpretación de los datos recolectados y correlacional-causal en la fase de análisis y tratamientos estadísticos.

Se eligió como método la observación, debido a su relación con el diseño experimental y el alcance descriptivo que se pretende desarrollar en un primer momento. Según "The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences" (2009b), "la investigación experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos." Se eligió la técnica de observación estructurada, ya que "se refiere a la observación metódica que es apoyada por los instrumentos mediante la utilización de categorías previamente codificadas y así poder obtener información controlada, clasificada y sistemática" (Campos, 2012). Esta técnica es adecuada para la recopilación de datos de fuentes estadísticas (Censos). Se eligieron los instrumentos de fichas de observación y escala de estimación para categorizar, clasificar, medir y luego asignar una calificación ordinal en función de una escala de Likert, los diferentes ítems elegidos para las variables de estudio. De esta manera, cada ítem será calificado con el objetivo de estimar y valorar de la manera más precisa la situación o hecho que se desea observar.

En función de los objetivos específicos, estos se enfocan en determinar estadísticamente el nivel de influencia de las variables independientes (materiales constructivos con cualidades térmicas y uso de energías alternativas) en la habitabilidad y confort de las viviendas de la ciudad de Puno. Por ello, se tiene una escala de valoración de la habitabilidad y confort compuesta por 27 ítems, con un formato de respuesta de 4 alternativas de tipo Likert, que califican y miden el nivel de habitabilidad y confort de las viviendas. Finalmente, mediante la presencia o ausencia de las variables independientes (estímulo) se determinará el nivel de influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas y energías alternativas en la habitabilidad y confort.

Como se mencionó en la etapa de recolección de datos, la investigación tiene un alcance descriptivo, ya que recopila los datos haciendo uso de una fuente primaria de información, como son las bases de datos censales (INEI, censo de vivienda 2017). En función de ello, la confiabilidad y validez de los datos recolectados se basan en el control sobre el error muestral y no muestral previamente validado para esta fuente de datos. Asimismo, se elimina el impacto de las fuentes de invalidación interna haciendo uso del diseño de pre-post prueba y grupo de control. En un segundo momento, los datos recolectados son analizados mediante el uso de un diseño de pre-post prueba y grupo de control, con la finalidad de determinar el nivel de influencia de las variables independientes (materiales constructivos con cualidades térmicas y el uso de energías alternativas) en los niveles de habitabilidad y confort antes y después de su intervención (estímulo). Los participantes se asignan al azar a los grupos y después se les aplica simultáneamente la pre prueba. Un grupo recibe el tratamiento experimental y otro no (es el grupo de control); por último, se les administra, también simultáneamente, una pos prueba (Petrosko, 2004).

**Procedimiento:** En función de las hipótesis de investigación que plantea que los materiales constructivos con cualidades térmicas y energías alternativas aplicados a un modelo de vivienda, influyen en la habitabilidad y confort de las viviendas en la ciudad de Puno, se define la relación de causalidad entre las variables de estudio mediante la medición de las mismas. Posteriormente, se someten los datos a sistematización, resumen y prueba estadística.

Para la prueba de hipótesis, se utilizó el estadístico de prueba "T de Wilcoxon", que es un estadístico no paramétrico para datos de distribución no normales. Este estadístico compara las medias de los dos grupos emparejados y brinda los criterios de decisión para validar o rechazar las hipótesis. Los datos se procesaron en el software SPSS versión 26, en el cual se introdujeron los cuadros de distribución de frecuencias y la prueba de hipótesis de investigación.

**Análisis Estadístico:** El análisis de comparación de medias se realizó en función del promedio de los datos recolectados que miden los niveles de habitabilidad y confort. Por convención metodológica, se utilizó un valor de 0.05 para dimensionar los niveles de influencia analizados. Así, se determinó el grado de correlación de las variables y su nivel de significancia.

## Resultados

Los resultados se dividen en dos partes: la primera se enfoca en identificar las características de construcción y eficiencia energética de un modelo de vivienda auto sostenible para la ciudad de Puno, adaptado a las condiciones climáticas y geográficas de la zona, y cómo el uso de materiales constructivos con cualidades térmicas y sistemas de energía alternativa afecta la habitabilidad y el confort de la vivienda. La segunda parte presenta los resultados específicos, que se centran en determinar estadísticamente el nivel de influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas y el uso de energías alternativas en los niveles de habitabilidad y confort de la vivienda.

**Características de la Vivienda Sostenible para la ciudad de Puno:** Las características encontradas para el modelo de vivienda sostenible para la ciudad de Puno se muestran la tabla 1.

Tabla 1.

*Características del modelo de vivienda auto sostenible para la ciudad de Puno.*

Elemento Constructivo de Aislamiento Térmico	Descripción	Unidades Energéticas	Valores Energéticos
Sistema SATE de aislamiento térmico en base a paja y barro	Eficiencia térmica de la envolvente	Transmitancia Térmica	0.235 W/m <sup>2</sup> K
Elementos de Reducción del Consumo Energético.	Descripción	Unidades Energéticas	Valores Energéticos
Marco de Ventanas	PVC Triple Cámara	Transmitancia Térmica	2,2 W/m <sup>2</sup> K
Vidrios	Doble vidrio 4-6-4	Transmitancia Térmica	3.3 W/m <sup>2</sup> K

*Modelo de vivienda auto sostenible para mejorar la habitabilidad y confort de las viviendas de Puno. Enríquez Vicuña P. A.*

Estanqueidad y Ventilación	Ventilación con recuperador de calor	Caudal Máximo x potencia	650 m <sup>3</sup> a 270w
	Diámetro de tuberías	Caudal x área x diámetro	219l/s x 439.17 cm <sup>2</sup> x 25 cm
iluminación Eficiente	Sistemas de iluminación Led	Watts	12 watts
Energía Fotoeléctrica	Paneles Fotovoltaicos	No de Paneles x Watts x voltios	10 paneles x 300W x 24V
	Baterías	No de Baterías x Amperios hora x voltios	4 baterías x 600 ah x 24V
	Regulador/Controlador de Carga inversor de corriente	Amperios	100 A
Energía Foto térmica	Terma Solar	Watts	4000 w
Reciclaje de Agua de Lluvia	Área de Captación de aguas de lluvia	Capacidad x tubos	160 litros x 16 tubos
	Canaletas de redirección	m <sup>2</sup>	88.30m <sup>2</sup>
	Depósito de primeras lluvias	Caudal	0.0045 m <sup>3</sup> /s
	Cisterna	Litros	100 litros
	Tanque Elevado	Litros	2500 litros
Tratamiento de Desechos Sólidos	Tanque Biodigestor	Litros	1500 litros
	Cámara de lodos	Litros	3000 litros
	Campo de infiltración	Volumen	0.392 m <sup>3</sup>
		Área	12 m <sup>2</sup>
Cálculo de eficiencia energética global	Total de Energía Requerida	Demanda energética anual	45.85 Kwh m <sup>2</sup> /a
	Total de Energía Producida	Producción energética anual	65.96 Kwh m <sup>2</sup> /a
	Calificación Global	Clasificación Energética	A++

Nota: En función de ello el análisis de eficiencia energética global modelado con el módulo “ENERGOS” muestra que la demanda de energía anual por m<sup>2</sup> del edificio es de 45.85 Kwh m<sup>2</sup>/a y que la producción de energía anual es de 65.96 Kwh m<sup>2</sup>/a.

**Características de eficiencia térmica de la envolvente del modelo de vivienda auto sostenible**

Figura 1.

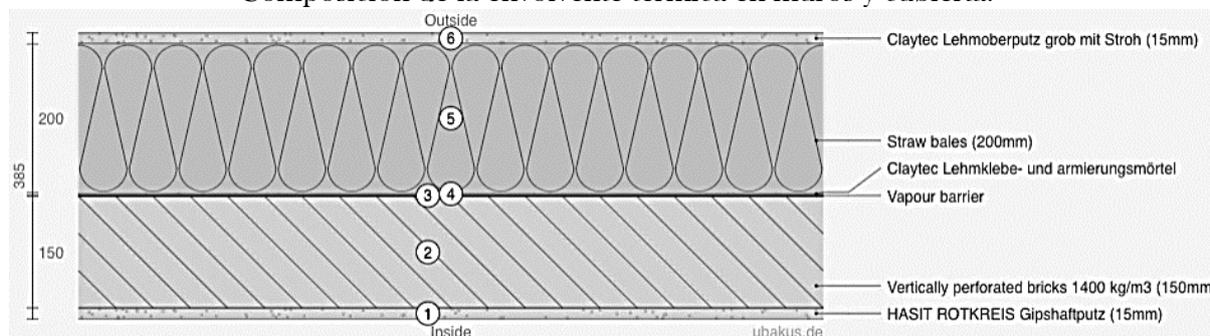
*Composición y dimensionamiento de la envolvente térmica - sistema SATE de paja y barro.*



La envolvente consta de 6 elementos descritos en el cuadro siguiente, los cuales componen en conjunto el aislante térmico del edificio, se detalla las cualidades térmicas de cada uno de los materiales que la componen y el cálculo de transmitancia (valor U) de la envolvente en conjunto. Para los muros y cubierta el valor “U” es de 0.254 W/m<sup>2</sup>.K y para la losa inferior en contacto

con el terreno es de  $0.258 \text{ W/m}^2\text{K}$ , para ambos casos se consideró un valor de temperatura exterior de  $-4,8 \text{ }^\circ\text{C}$  y de temperatura de la superficie interior de  $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , valores críticos adaptados al clima de la ciudad y temperatura optima de confort interior.

Figura 2.  
Composición de la envolvente térmica en muros y cubierta.



Adicionalmente se presenta los resultados de niveles de condensación al interior del componente térmico, el cual debido al uso de barrera de vapor y del aislamiento hacia el exterior elimina los saltos térmicos desde puntos fríos provenientes de puentes térmicos desde el exterior. Como muestran los resultados las condensaciones son nulas.

Tabla 2.  
Valores "U" de la envolvente térmica en muros y cubierta.

Nº	Espesor (cm)	Material	$\lambda =$ (W/mK)	R = (m • KJW)	U (W/m <sup>2</sup> .K)	Temperatura.(°C) min. máx.	valor sd (mi)	Condens. (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Capacidad calorífica (J/(kg x K))
1	1.50	Yeso Acartonado	0.290	0.052	0.193	18.2 18.5	0.08	-	16.5	1000
2	15.00	Ladrillo perforado verticalmente 1400 kg/m <sup>3</sup>	0.580	0.259	0.039	16.7 18.2	0.75	-	210.0	1000
3	0.20	Barrera de vapor	0.031	0.065	0.155	16.3 16.7	61.40	-	0.0	1700
4	0.30	Mortero adhesivo y de refuerzo de Barro	0.820	0.004	2.733	16.3 16.3	0.03	-	5.1	1000
5	20.00	Sate de paja	0.056	3.571	0.003	-4.7 16.3	0.40	-	20.0	2000
6	1.50	Arcilla con Paja	0.910	0.016	0.607	-4.8 -4.7	0.15	-	270.0	1000
	38.50	Componente completo		4.136	0.242		62.81	-	2786.0	

**Características de eficiencia energética del modelo de vivienda auto sostenible:** Los materiales constructivos utilizados en este modelo de vivienda auto sostenible incluyen elementos con cualidades térmicas, como paredes de adobe con alta capacidad de aislamiento térmico y techos verdes, así como sistemas de energía alternativa como paneles solares y sistemas de recolección de agua de lluvia. Los resultados obtenidos indican que el uso de estos materiales y sistemas de energía alternativa tiene un impacto significativo en los niveles de habitabilidad y confort de la vivienda, reduciendo el consumo de energía y mejorando las condiciones ambientales internas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la sobredemanda de energía calorífica mencionada anteriormente puede ser un factor que afecte a los niveles de confort en temporadas de frío intenso. Por ello, se recomienda la implementación de medidas adicionales, como el uso de

sistemas de ventilación natural o la instalación de un sistema de climatización eficiente, para mejorar aún más los niveles de habitabilidad y confort.

Tabla 3.

*Balance energético global del modelo de vivienda auto sostenible para la ciudad de Puno.*

Descripción	Unidades	Valores de Diseño
Muros	kWh m <sup>2</sup> /a	25.44
Ventanas y Puertas	kWh m <sup>2</sup> /a	28.02
Losas Horizontales	kWh m <sup>2</sup> /a	49.85
Puentes Térmicos	-	-
Tejado o Cubierta	-	-
<b>TOTAL</b>	kWh m <sup>2</sup> /a	103.31
<b>Servicios del Edificio</b>		
Descripción	Unidades	Valores De Diseño
ACS, Electricidad, Equipos de Oficina, Iluminación	kWh m <sup>2</sup> /a	20.79
Eficiencia del Sistema de Ventilación	%	61.8
Producción de ACS	Kw	0.55
Capacidad del contenedor de ACS	L	200
<b>Balance Energético</b>		
Descripción	Unidades	Valores De Diseño
Demanda de Energía Calorífica	kWh m <sup>2</sup> /a	21.72
Demanda de Energía de refrigeración	kWh m <sup>2</sup> /a	3.52
Demanda de Energía Primaria	kWh m <sup>2</sup> /a	45.85
Generación de Energía Renovable In situ	kWh m <sup>2</sup> /a	65.96
Test de Estanqueidad	Renov/h	0.6
Huella de Carbono CO <sub>2</sub> e	Kg m <sup>2</sup> /a	11.37

Además, se observa que en los resultados generales hay un calificativo menor para la envolvente, debido a la ausencia de cálculo de puentes térmicos, lo cual puede haber afectado el rendimiento de la envolvente en cuanto a su capacidad de aislar térmicamente la vivienda. Sin embargo, es importante destacar que los demás componentes de la envolvente presentan valores de eficiencia energética sobresaliente. Es recomendable realizar un análisis detallado de los puentes térmicos y tomar medidas para corregirlos, ya que esto puede mejorar significativamente el rendimiento de la envolvente y, por lo tanto, aumentar el nivel de confort y habitabilidad de la vivienda.

**1. Influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas en los niveles de habitabilidad y confort:** se presenta la tabla 4 de resultados dirigidos a evaluar en qué medida los niveles de habitabilidad y confort se ven influenciados por los materiales constructivos con cualidades térmicas. Para determinar el impacto de los materiales constructivos con cualidades térmicas y sistemas de energía alternativos en los niveles de habitabilidad y confort de las viviendas, se mejoró el análisis de comparación de medios. Los datos recolectados se dividieron en dos grupos: antes y después de la aplicación de estos materiales y sistemas. La información se redujo a una media ponderada, teniendo en cuenta la importancia relativa de cada elemento analizado. La diferencia entre las medias se obtuvo para determinar el nivel de influencia de la variable independiente (uso de materiales y sistemas) sobre la variable dependiente (habitabilidad y confort). Los elementos utilizados para definir la habitabilidad y el confort se basaron en el estudio "Las condiciones de habitabilidad en la vivienda social del modelo Metrovivienda 1991-2012. Además el análisis estadístico muestra que el Valor  $p = 0.039 < 0.05$ , de acuerdo al valor de significancia encontrado, se acepta que los materiales constructivos con cualidades térmicas aplicados a un modelo de vivienda, influyen en los niveles de habitabilidad y confort de las viviendas de la ciudad de Puno.

Tabla 4.  
*Influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas en los niveles de habitabilidad y confort*

Descripción	Peso	Antes <sup>1</sup>	Después <sup>2</sup>	Diferencia
Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Paredes)	0.06	0.25	0.50	0.25
Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Techos)	0.07	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Piso)	0.08	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de Abastecimiento de Agua Alternativos	0.05	0.25	0.25	0.00
Clasificación y Uso de fuentes de Energía Eléctrica Alternativa	0.06	0.25	0.25	0.00
Clasificación y Uso de Eliminación de Desechos Alternativos	0.04	0.25	0.25	0.00
Clasificación y Uso de Combustibles no contaminantes	0.04	0.92	0.92	0.00
Área de ocupación por persona en la vivienda (hacinamiento)	0.04	1.00	1.00	0.00
Número de personas por Hogar (Hacinamiento)	0.04	0.75	0.75	0.00
Número de familias por Hogar (Hacinamiento)	0.04	0.75	0.75	0.00
Número de Personas por Habitación (Hacinamiento)	0.04	1.00	1.00	0.00
Exclusividad de Uso de la Vivienda	0.03	0.97	0.97	0.00
Remuneraciones Mínimas Vitales de los grupos familiares	0.03	1.00	1.00	0.00
Personas con empleo en los grupos familiares	0.02	1.00	1.00	0.00
Número de Personas con Discapacidad dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de Adultos Mayores dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de niños especiales dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de niños con autismo dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Percepción a recibir una educación adecuada	0.02	0.40	0.40	0.00
Percepción a recibir una atención de salud adecuada	0.03	0.35	0.35	0.00
Nivel de Satisfacción dentro de la Vivienda	0.03	0.46	0.50	0.04
Nivel de Armonía dentro de la Vivienda	0.02	0.39	0.39	0.00
Calidad de Abastecimiento de Agua	0.02	0.30	0.75	0.45
Calidad de Abastecimiento de Energía Eléctrica	0.03	0.92	0.92	0.00
Calidad de Recolección de Residuos Sólidos	0.03	1.00	1.00	0.00
Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Acústicas	0.03	0.49	0.49	0.00
Percepción del nivel de seguridad	0.02	0.40	0.40	0.00
Media ponderada		0.597	0.659	0.061

1. Calificación sin la influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas (antes), 2. Calificación con la influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas (después)

Según los resultados muestran que los materiales constructivos con cualidades térmicas influyen en un 6,1% sobre los niveles de habitabilidad y confort, como se muestra en la tabla 87. Esto representa un porcentaje considerable en la mejora de la eficiencia térmica de nuevas viviendas, así como de las existentes, mediante el uso del sistema SATE propuesto basado en paja nativa y barro. Además, estos resultados son complementarios con el nivel de significancia encontrado de ( $\alpha = 0.039$ ) para la hipótesis planteada, al comparar estos resultados con los encontrados por Fidel (2017), se observa una amplia coincidencia en cuanto al uso de materiales constructivos alternativos y locales que contribuyen a la cultura de reciclaje ya reducen la producción excesiva de basura en áreas urbanas, así como en la propuesta de una vivienda social con características sustentables y el uso de materiales locales. Estos conceptos podrían servir como base para estudios con mayor implicancia y en otros entornos geográficos con valores ecológicos y

paisajísticos similares a la ciudad de Puno. En base a estos resultados, se puede concluir que la influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas en los niveles de habitabilidad y confort guarda relación con la mejora del confort térmico, la calidad de los espacios interiores, la reducción del impacto ambiental y el uso de combustibles fósiles. Asimismo, dotar a los edificios de características propias debido a su origen local y adaptación al medio climático, natural y urbanístico de la ciudad de Puno, lo cual abre diversos temas en el ámbito de la investigación. Estas afirmaciones guardan relación con las teorías sustentadas por Parris y Leiserowitz (2005), al referirse a un equilibrio equitativo entre lo que se debe desarrollar en función del avance de la sociedad y lo que se debe sostener: recursos naturales y capital social.

**2. Influencia del uso de energías alternativas en los niveles de habitabilidad y confort:** Se presenta un estudio en el cual se evalúa cómo los niveles de habitabilidad y confort se ven afectados por el uso de materiales constructivos con cualidades térmicas. Para llevar a cabo el estudio, se llevó un análisis de comparación de medios, que permitió medir los niveles de habitabilidad y confort antes y después de la influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas. Los datos recolectados se analizan mediante una media ponderada, ya que los elementos evaluados tienen un peso relativo en relación con los demás. Finalmente, a partir de la diferencia de medios se reducirá el grado en cual los materiales constructivos con cualidades térmicas influirán en los niveles de habitabilidad y confort. Además, el análisis estadístico muestra el Valor  $p = 0.039 < 0.05$ , de acuerdo al valor de significancia encontrado, se acepta que el uso de energías alternativas aplicados a un modelo de vivienda, influyen en los niveles de habitabilidad y confort de las viviendas de la ciudad de Puno.

Tabla 5.  
*Influencia del uso de energías alternativas en los niveles de habitabilidad y confort.*

Descripción	Peso	Antes <sup>1</sup>	Después <sup>2</sup>	Diferencia
Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Paredes)	0.06	0.25	0.25	0.00
Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Techos)	0.07	0.25	0.25	0.00
Clasificación y Uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Piso)	0.08	0.25	0.25	0.00
Clasificación y Uso de Abastecimiento de Agua Alternativos	0.05	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de fuentes de Energía Eléctrica Alternativa	0.06	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de Eliminación de Desechos Alternativos	0.04	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de Combustibles no contaminantes	0.04	0.92	0.92	0.00
Área de ocupación por persona en la vivienda (hacinamiento)	0.04	1.00	1.00	0.00
Número de personas por Hogar (Hacinamiento)	0.04	0.75	0.75	0.00
Número de familias por Hogar (Hacinamiento)	0.04	0.75	0.75	0.00
Número de Personas por Habitación (Hacinamiento)	0.04	1.00	1.00	0.00
Exclusividad de Uso de la Vivienda	0.03	0.97	0.97	0.00
Remuneraciones Mínimas Vitales de los grupos familiares	0.03	1.00	1.00	0.00
Personas con empleo en los grupos familiares	0.02	1.00	1.00	0.00
Número de Personas con Discapacidad dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de Adultos Mayores dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de niños especiales dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de niños con autismo dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Percepción a recibir una educación adecuada	0.02	0.40	0.40	0.00
Percepción a recibir una atención de salud adecuada	0.03	0.35	0.35	0.00
Nivel de Satisfacción dentro de la Vivienda	0.03	0.46	0.50	0.04
Nivel de Armonía dentro de la Vivienda	0.02	0.39	0.39	0.00
Calidad de Abastecimiento de Agua	0.02	0.30	0.75	0.45
Calidad de Abastecimiento de Energía Eléctrica	0.03	0.92	0.92	0.00
Calidad de Recolección de Residuos Sólidos	0.03	1.00	1.00	0.00
Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Acústicas	0.03	0.49	0.49	0.00
Percepción del nivel de seguridad	0.02	0.40	0.40	0.00
Media ponderada		0.597	0.646	0.049

1. Calificación sin la influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas (antes), 2. Calificación con la influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas (después)

los resultados mostrados en la tabla 88 indican que el uso de energías alternativas tiene un impacto del 4.9% en los niveles de habitabilidad y confort. Este porcentaje representa una mejora significativa en la eficiencia energética de las viviendas nuevas y existentes, mediante el uso de sistemas alternativos que utilizan energías renovables y tratamiento de residuos ecológicos. Además, el nivel de significancia encontrado ( $\alpha = 0.039$ ) respalda la hipótesis planteada, reflejando que el uso de energías alternativas tiene un impacto significativo en los niveles de habitabilidad y confort de las viviendas de Puno. Los resultados obtenidos están en línea con los hallazgos de Ccorisapra Casavilca y Mora Cassiano (2019), quienes analizan la viabilidad económica de los sistemas fotovoltaicos y la recuperación a mediano plazo en zonas rurales con altos niveles de radiación. Además, el tratamiento de aguas residuales contribuye a la conservación del medio ambiente y desaturación de servicios públicos de desagüe. En base a estos resultados, se puede concluir que la influencia del uso de energías alternativas en los niveles de habitabilidad y confort está directamente relacionada con los costos de energía, mejora de la calidad del aire interior, disminución de la producción de CO<sub>2</sub>, desaturación de sistemas de servicio, hicieron de fuentes de agua y tratamiento de residuos. Estos aspectos son relevantes en el ámbito de la construcción sostenible a nivel residencial y la mejora de la eficiencia energética mediante el uso de energías limpias y saludables, lo que a su vez tiene un impacto positivo en la habitabilidad y confort de las viviendas. Esto se relaciona con lo sustentado por Murphy (2011), quien afirma que la disminución de los combustibles fósiles a lo largo del tiempo apunta hacia la búsqueda de fuentes de energía alternativas para mantener la expansión industrial y tecnológica actual, así como una transición hacia fuentes de energía renovable y una reducción general en la demanda de energía, lo que permite una oportunidad.

**3. Influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas y el uso de energías alternativas en los niveles de habitabilidad y confort:** se ha llevado a cabo un estudio para determinar cómo el uso de materiales constructivos con características térmicas y energías alternativas afecta los niveles de habitabilidad y confort en un modelo de vivienda. Para hacerlo, se recolectaron datos antes y después de la aplicación de estas variables independientes y se compararon mediante un análisis estadístico. Los resultados indican que hay una influencia significativa en los niveles de habitabilidad y confort, lo que demuestra la importancia de utilizar estos materiales y energías en la construcción de viviendas para mejorar la eficiencia energética y la calidad de vida de los habitantes. Además, el análisis estadístico muestra un incremento de los niveles de habitabilidad y confort en 0.10 (10%), independientemente los materiales constructivos con cualidades térmicas influyen en 0.061 (6.1%) y el uso de energías alternativas con 0.049 (4.9%). Así mismo, el Valor  $p = 0.008 < 0.05$ , de acuerdo al valor de significancia encontrado, se acepta que los materiales constructivos con cualidades térmicas y energías alternativas aplicados a un modelo de vivienda, influyen en los niveles de habitabilidad y confort de las viviendas de la ciudad de Puno. El valor  $p$  es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. Un valor  $p$  más pequeño proporciona una evidencia más fuerte en “contra” de la hipótesis nula.

Tabla 6.

*Influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas y energías alternativas en los niveles de habitabilidad y confort.*

	Descripción	Peso	Antes <sup>1</sup>	Después <sup>2</sup>	Diferencia
Habitabilidad	Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Paredes)	0.06	0.25	0.50	0.25
	Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Techos)	0.07	0.25	0.50	0.25

*Modelo de vivienda auto sostenible para mejorar la habitabilidad y confort de las viviendas de Puno. Enríquez Vicuña P. A.*

Clasificación y Uso de Materiales con Cualidades Térmicas (Piso)	0.08	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de Abastecimiento de Agua Alternativos	0.05	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de fuentes de Energía Eléctrica Alternativa	0.06	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de Eliminación de Desechos Alternativos	0.04	0.25	0.50	0.25
Clasificación y Uso de Combustibles no contaminantes	0.04	0.92	0.92	0.00
Área de ocupación por persona en la vivienda (hacinamiento)	0.04	1.00	1.00	0.00
Número de personas por Hogar (Hacinamiento)	0.04	0.75	0.75	0.00
Número de familias por Hogar (Hacinamiento)	0.04	0.75	0.75	0.00
Número de Personas por Habitación (Hacinamiento)	0.04	1.00	1.00	0.00
Exclusividad de Uso de la Vivienda	0.03	0.97	0.97	0.00
Remuneraciones Mínimas Vitales de los grupos familiares	0.03	1.00	1.00	0.00
Personas con empleo en los grupos familiares	0.02	1.00	1.00	0.00
Número de Personas con Discapacidad dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de Adultos Mayores dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de niños especiales dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Número de niños con autismo dentro del Grupo familiar	0.03	1.00	1.00	0.00
Percepción a recibir una educación adecuada	0.02	0.40	0.40	0.00
Percepción a recibir una atención de salud adecuada	0.03	0.35	0.35	0.00
Nivel de Satisfacción dentro de la Vivienda	0.03	0.46	0.50	0.04
Nivel de Armonía dentro de la Vivienda	0.02	0.39	0.39	0.00
Calidad de Abastecimiento de Agua	0.02	0.30	0.75	0.45
Calidad de Abastecimiento de Energía Eléctrica	0.03	0.92	0.92	0.00
Calidad de Recolección de Residuos Sólidos	0.03	1.00	1.00	0.00
Clasificación y uso de Materiales con Cualidades Acústicas	0.03	0.49	0.49	0.00
Percepción del nivel de seguridad	0.02	0.40	0.40	0.00
Media ponderada		0.60	0.70	0.10

1. Calificación sin la influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas (antes), 2. Calificación con la influencia de los materiales constructivos con cualidades térmicas (después)

La identificación de las características constructivas y de sistemas de energía alternativos en un modelo de vivienda auto sostenible para la ciudad de Puno representa una adaptación específica al medio climático, la interacción con el entorno ecológico y natural de la ciudad y la búsqueda de mejorar la calidad de vida de los habitantes de Puno de acuerdo a sus necesidades. La tabla 96 muestra suficiente evidencia estadística ( $\alpha = 0.008$ ) que respalda la hipótesis planteada, lo cual permite afirmar que los materiales constructivos con cualidades térmicas y energías alternativas influyen en los niveles de habitabilidad y confort. Estos resultados, al ser comparados con los obtenidos por Arcos (2019) y Zapana (2018), aportan un avance metodológico y conceptual en el ámbito de la sostenibilidad y en ámbitos más amplios como el residencial y ambiental, teniendo en cuenta criterios energéticos y constructivos propios de nuestra área geográfica.

En cuanto a la validez y confiabilidad del estudio, la recolección de datos se realizó a través de una fuente primaria de información (bases de datos del INEI) que, al ser destinada para difusión pública, cuenta con métodos de validación y confiabilidad propios para ser publicada. Además, esta información es precisa en temas como habitabilidad y confort, clasificación y uso de materiales constructivos y fuentes de energía, los cuales son objeto del presente trabajo. Por tanto, se puede afirmar que los datos recolectados provienen de una fuente oficial y ampliamente difundida a nivel nacional, lo que garantiza la precisión de las mediciones y el uso sistemático de los datos, requisitos para la confiabilidad y validez.

En conclusión, los resultados encontrados permiten afirmar que los materiales constructivos con cualidades térmicas y el uso de energías alternativas influyen positivamente en los niveles de habitabilidad y confort, lo cual establece elementos de referencia para elaborar proyectos más amplios de tipo residencial con características sostenibles, reduciendo el impacto energético y ambiental de las viviendas y mejorando la calidad de vida de los habitantes. Esto está en línea con

lo expresado por Vanegas (1996) y Jackson & Michaelis (2003) de que alcanzar un desarrollo residencial ambientalmente sostenible significa reducir el consumo energético.

## **Conclusiones**

El modelo de vivienda auto sostenible para la ciudad de Puno está diseñado para adaptarse a la climatología y las necesidades de los habitantes, como se puede ver en la fase de propuesta, análisis proyectual y cálculos realizados. Este modelo busca mejorar la calidad de vida de los habitantes mediante la adaptación al clima y la interacción con el entorno ecológico natural de la ciudad. Además, propone elementos constructivos sostenibles para proyectos de viviendas y busca reducir el impacto energético y ambiental de las viviendas de la ciudad.

Uno de los elementos constructivos más destacados es el sistema de aislamiento tipo SATE, basado en paja comprimida y barro, que presenta un valor "U" de 0.254 W/m<sup>2</sup>.K para los muros y la cubierta y 0.258 W/m<sup>2</sup>.K para la losa inferior. Este sistema es muy viable para implementar debido a su origen local, bajo costo de fabricación y bajo impacto ambiental, y es perfectamente adaptable tanto para edificaciones nuevas como existentes que deseen mejorar el confort térmico interior de la vivienda.

En cuanto a la eficiencia energética global de la vivienda, se ha logrado una reducción del consumo de energía del 60 a 70% en comparación con un edificio convencional, obteniendo una calificación de eficiencia energética global de A++. Esto demuestra que con materiales constructivos locales con buenas cualidades térmicas y el uso de energías renovables disponibles en el entorno, se pueden lograr niveles sobresalientes de eficiencia energética y reducción del impacto ambiental, de acuerdo con los estándares de construcción sostenible existentes.

## **Referencia Bibliográficas**

- Arcos Salazar, ER (2009). Propuesta de una metodología de planificación para el desarrollo urbano sostenible de la ciudad de Puno. (Maestría Desarrollo Rural). Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/761>
- Campos, G. y Martínez, NEL (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), 45-60.
- Corisapra Casavilca, AG (2019). Propuesta de construcción de una vivienda rural modular con instalaciones sostenibles en el distrito de Sondorillo - Piura. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/628040>
- Chan López, D. (2010). Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social: caso: la vivienda de interés social en la ciudad de Mexicali, Baja California. México. Ponencia presentó en el 6to. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Mexicali.
- Clarke, J. (2004). Vivir solo en Gran Bretaña. *Revista de Geografía*, 17(5), 2-5.
- DuBose, J., Pearce, A. y Vanegas, J. (1995). Tecnologías sostenibles para la industria de la construcción de edificios. Ponencia presentó en los Actas de la Conferencia Designing for the Global Environment. Atlanta, Georgia.
- Dueñas Cervantes, B., & Soto Hinojosa, WD (2020). Propuesta de vivienda sostenible utilizando concreto con fibras PET en un sistema de albañilería confinada y trombe a fin de mejorar el confort térmico en la sierra semi urbana. En Propuesta de vivienda sustentable a base de concreto con fibras PET en sistema de mampostería confinada y trombe para mejorar el confort térmico en la sierra semiurbana: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Farrés, J. (2013). Administración sistémica y estratégica. Un enfoque metodológico. Delta, Publicaciones Universitarias. España.

- Fidel, C., Romero, G. (2017). Producción de vivienda y desarrollo urbano sustentable. México: Editorial Pensamiento Crítico.
- Gifford, R. (2011). Los dragones de la inacción: barreras psicológicas que limitan la mitigación y adaptación al cambio climático. *Asociación Americana de Psicología*, 66(4), 290-302.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2013). Metodología de la investigación (Vol. 4). McGraw-Hill Interamericana México.
- Huesemann, MH y Huesemann, JA (2008). ¿El progreso en ciencia y tecnología evitará o acelerará el colapso global? Un análisis crítico y recomendaciones de política. *Medio Ambiente, Desarrollo y Sostenibilidad*, 10(6), 787-825.
- Jackson, T. (2003). Políticas para un consumo sostenible. *Revista de política y planificación ambiental*, 6(1), 35-55.
- Kabisch, N. y Haase, D. (2011). Diversificación de las aglomeraciones europeas: evidencia de las tendencias de la población urbana para el siglo XXI. *Población, Espacio y Lugar*, 17(3), 236-253.
- Lawrence, RJ (1987). Vivienda, vivienda y hogares: teoría, investigación y práctica del diseño.
- Leiserowitz, AA, Kates, RW y Parris, TM (2005). ¿Las actitudes y comportamientos globales apoyan el desarrollo sostenible? *Medio ambiente: ciencia y política para el desarrollo sostenible*, 47(9), 22-38.
- Liu, J., Daily, GC, Ehrlich, PR y Luck, GW (2003). Efectos de la dinámica de los hogares sobre el consumo de recursos y la biodiversidad. *Naturaleza*, 421(6922), 530-533.
- Lovell, H. (2004). Enmarcando la vivienda sostenible como una solución al cambio climático. *Revista de política y planificación ambiental*, 6(1), 35-55.
- Maliene, V., Howe, J. y Malys, N. (2008). Comunidades sostenibles: Vivienda asequible y relaciones socioeconómicas. *Economía Local*, 23(4), 267-276.
- Malmqvist, T., Glaumann, M., Scarpellini, S., Zabalza, I., Aranda, A., Llera, E., & Díaz, S. (2011). Evaluación del ciclo de vida en edificios: el método simplificado y las directrices de ENSLIC. *Energía*, 36(4), 1900-1907.
- McKenzie, S. (2004). Sostenibilidad social: Hacia algunas definiciones. Instituto de Investigación Hawke (UniSA).
- Murphy, DJ y Hall, CA (2011). Retorno de la inversión en energía, pico del petróleo y fin del crecimiento económico. *Anales de la Academia de Ciencias de Nueva York*, 1219(1), 52-72.
- Schweber, L. y Leiringer, R. (2012). Más allá de lo técnico: una instantánea de la investigación en energía y edificios. *Investigación e información de edificios*, 40(4), 481-492.
- Vanegas, JA, DuBose, JR y Pearce, AR (1996). Tecnologías sostenibles para la industria de la construcción de edificios. Ponencia presentada en las Actas, Simposio sobre Diseño para el Medio Ambiente Global, Atlanta, GA.
- Wilhite, H., Nakagami, H., Masuda, T., Yamaga, Y. y Haneda, H. (1996). Un análisis transcultural del comportamiento del uso de energía en los hogares en Japón y Noruega. *Política energética*, 24(9), 795-803.