

# ANÁLISIS DEL GASTO Y POBREZA ENERGÉTICA EN LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL. CASO DE ESTUDIO EN CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA<sup>1,2</sup>

Analysis of Energy Expenditure and Poverty in Social Housing.  
Case study in Ciudad Juárez, Chihuahua

---

**Recibido:** 20 de agosto de 2024  
**Aceptado:** 11 de septiembre de 2024

.....  
1- Liliana Karina Alba Gómez. Maestra en Diseño. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [al228463@alumnos.uacj.mx](mailto:al228463@alumnos.uacj.mx)  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5818-571X>.

2- Erika Anastacia Rogel Villalba\*. Doctora en Investigación. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.  
 [erogel@uacj.mx](mailto:erogel@uacj.mx). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0219-0171>. \*autora de correspondencia

## RESUMEN

*En México, se estima que aproximadamente un 40 % de los hogares se encuentra en condición de pobreza energética. Esta se refiere a la situación económica que experimentan familias que destinan más del diez por ciento de sus ingresos al pago de servicios relacionados con energía para enfriar o calentar su vivienda. Esta problemática la padecen miles de familias en Ciudad Juárez, Chihuahua, debido a su clima extremo en diferentes épocas del año. El objetivo de esta investigación es generar una reflexión teórica metodológica del gasto y costo de la energía del diseño de la vivienda de interés social a través del análisis de un caso de estudio que se tomará como referencia. Los resultados esperados son la proyección de los posibles escenarios de reconversión de la vivienda mediante materiales aislantes, la mejor inversión y la tasa de retorno posible, con el fin de brindar una respuesta a esta problemática.*

**Palabras Clave:** *Diseño; Vivienda de interés social; Gasto y Costo Energético; Pobreza Energética; Reconversión.*

## ABSTRACT

*In Mexico, it is estimated that approximately 40% of households are in energy poverty. This refers to the economic situation experienced by families that spend more than ten percent of their income to pay for energy-related services to cool or heat their homes. This problem is suffered by thousands of families in Ciudad Juarez, Chihuahua, due to its extreme climate at different times of the year. The objective of this research is to generate a theoretical and methodological reflection on the cost of energy in the design of social housing through the analysis of a case study that will be taken as a reference. The expected results are the projection of possible scenarios of housing retrofitting through insulating materials, the best investment and the possible rate of return, to provide an answer to this problem.*

**Keywords:** *Design; Social Housing; Energy Expenditure and Cost; Energy Poverty; Retrofitting.*

**Clasificación JEL:** *I32, L74, L85, R21.*

## Introducción

En los últimos siglos, se ha pensado el diseño de la vivienda de interés social, como un producto comercial, con un diseño industrial en serie para su producción en masa; buscando el mejor costo para quienes lo producen, pero no siempre para los que finalmente lo habitan. Como refiere Falcón (2022, p. 155):

Cuando hablamos de diseño, no hablamos de una acción única e irrepetible, sino de todo aquello que debe repetirse, difundirse y reproducirse para configurar o conformar una nueva visión en la creación de objetos, espacios, artefactos, logotipos, marcas, prendas y accesorios, telas y patrones, interfaces digitales y software, productos impresos, creación de logotipos, identidades visuales, escenografías y estilos visuales de producción, objetos de comunicación visual relacionados con la promoción y difusión de mensajes comerciales, objetos de producción industrial para el uso humano, espacios habitables e interiores, carteles, tipografías, revistas, portadas de libros, sitios web, y un interminable etcétera.

Esta acepción que hace Falcón podría aplicar solo a una parte de las tareas del diseño como, por ejemplo: el industrial que, como su nombre lo indica, debe ser pensado con fines industriales, o sea que se pueda reproducir a gran escala. Sin embargo, no todos los diseños deberían tener esta finalidad; puesto que cuando hablamos del diseño de espacios habitables traducidos en viviendas que son personas con diferentes modos de habitar, costumbres y tradiciones, el uso de los espacios puede tener múltiples definiciones y actividades a desarrollar dentro de la vivienda. Sumado esto, a considerar el clima de cada región como un factor relevante, debido a que este se vuelve un detonante en la toma de decisiones del diseño y materiales de la vivienda.

Estas problemáticas en torno al diseño de la vivienda como un producto comercial surgen a partir del desarrollo industrial de las ciudades europeas que se dio a partir del siglo XVIII, iniciando muchos cambios a nivel mundial. La idea del progreso, aunada al paradigma mecanicista de aquella época, derivó en la configuración de grandes metrópolis como modelos de crecimiento, que luego se replicarían en otras áreas geográficas del mundo. La densificación de estas ciudades demandó nuevos lugares para vivir, así que los gobiernos se vieron en la necesidad de contratar despachos encargados de proyectos de vivienda a gran escala.

Un ejemplo de esto fue la conformación de la Asociación de Arquitectos Holandeses, preocupados por la investigación en el campo de la arquitectura "...con el propósito de buscar los mejores caminos o estrategias para resolver problema de diseño y de construcción de viviendas a gran escala" (Habraken, 2000, p. 7). Enfocándose también, en las clases más bajas, de allí que surge el concepto llamado Vivienda Social (VS).

En México, el concepto de VS se redujo de tal forma, que estas viviendas se consideraron como baratas, las cuales derivaron en construcciones en serie, tal como si fueran un producto comercial lucrativo que dejaría de ser social, debido a los intereses económicos de los desarrolladores inmobiliarios en el país. Este enfoque de la vivienda a partir del modelo repetitivo de producción en serie terminó siendo una imposición cultural, que parte de la premisa del racionalismo; donde la vivienda es considerada solo como máquina para vivir inspirada en la eficacia, sin ninguna concesión estética de la forma o estilo

(Montaner, 2002). Los expertos determinaron la estructura de este objeto, con la intención de contribuir al bienestar social, ya que, al ser un prototipo, esto aceleraría su producción.

La transferencia tecnológica heredada de una generación de constructores a otra ha perdido el sentido que en otros tiempos implicaba una tradición apegada a los materiales de la región que brindaban mayor aislamiento del clima exterior. Actualmente, las técnicas y los sistemas constructivos se centran en acelerar el proceso de producción que satisfaga las necesidades de la demanda de vivienda en las ciudades, cambiando los sistemas constructivos y materiales que aceleren este proceso (ver Figura 1).

Figura 1. Vivienda de Interés Social



Fuente: El Diario (2023).

La normativa, es un factor preponderante al decidir cuestiones de diseño en la vivienda, ya que dimensiones como largo, ancho, alto, tamaños mínimos y programa tipo, deben considerarse para encajar con los criterios establecidos, lo que ha dado como consecuencia que las llamadas dimensiones mínimas de los espacios, se conviertan en los máximos posibles. Una de estas normativas que suele seguirse a la hora de diseñar, es la del Código de edificación de la vivienda y los reglamentos de construcción locales.

No obstante, como bien lo expone el Código de Edificación de la Vivienda (Gobierno de México, 2017, p. 68): “Las principales características que diferencian a las viviendas son: precio final en el mercado, forma de producción, y superficie construida o número de cuartos, entre otros”. La clasificación por precio indica que las viviendas pueden catalogarse como viviendas económicas, populares y tradi-

cionales, llamadas de interés social, y las medias, residencial y residencial plus, construidas en conjuntos habitacionales y fraccionamientos (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación de la vivienda según el código de edificación de vivienda de México

Promedios	Económica	Popular	Tradicional	Media	Residencial	Residencial Plus
Superficie construida promedio	30 m <sup>2</sup>	42.5 m <sup>2</sup>	62.5 m <sup>2</sup>	97.5 m <sup>2</sup>	145 m <sup>2</sup>	225 m <sup>2</sup>
Número de cuartos	Baño Cocina Área de usos múltiples	Baño Cocina Estancia-comedor De 1 a 2 recámaras	Baño Cocina Estancia-comedor De 2 a 3 recámaras	Baño ½ baño Cocina Sala Comedor De 2 a 3 recámaras Cuarto de servicio	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de servicio Sala familiar	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a más recámaras De 1 a 2 cuartos de servicio Sala familiar

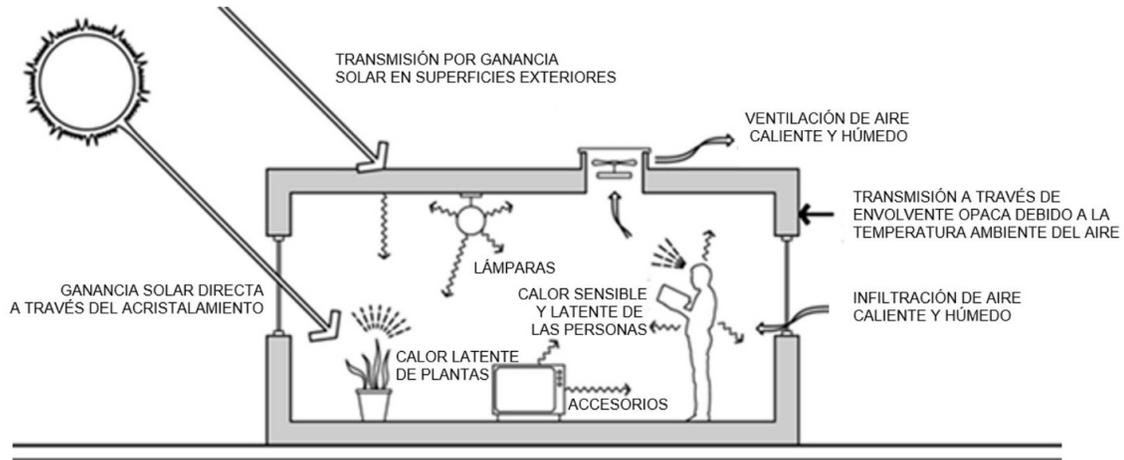
Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno de México (2017).

## 1. Gasto y pobreza energética en la Vivienda de Interés Social

El diseño de la Vivienda de Interés Social se generó como un prototipo que resolvería el déficit de vivienda en todo el mundo; puntualmente en México, trajo consigo múltiples problemáticas, una de ellas fue el gasto excesivo de energía para enfriar o calentar sus interiores. Sobre todo, las ubicadas en zonas que presentan climas extremos, ya que, además de provenir de un diseño genérico, las edificaciones de estos diseños, se llevaría a cabo con materiales comerciales sin capacidad térmica y que soportaran climas extremos.

Generando así, un problema para los habitantes quienes han tenido que buscar la forma de resolver con artefactos ajenos a la vivienda, consumiendo energía de diferentes formas; ya sea eléctrica o energías fósiles como el gas propano, butano o natural, que se oferta en el mercado para el funcionamiento de estos aparatos. A lo largo del tiempo, este gasto se comenzó a asumir como básico e indispensable para la subsistencia y confort de un espacio interior en el cual se puedan llevar a cabo las múltiples actividades que el ser humano desarrolla en una vivienda (ver Figura 2).

**Figura 2.** Ganancia de calor en la vivienda



Fuente: Elaboración propia con base en Society of Building Science Educators (2024).

Adicional a esto, se genera un problema ambiental por el consumo de energéticos, y una dificultad económica que se traslada a las familias más vulnerables. En las últimas tres décadas este problema se ha definido con el nombre de Pobreza Energética, termino conceptualizado por primera vez en 1991, por Brenda Boardman, quien lo describe como “...la incapacidad [para un hogar] de obtener una cantidad adecuada de servicios de la energía por el 10 % de la renta disponible” Boardman (como se citó en Boardman, 2013).

En Latinoamérica estos temas se han estudiado desde el enfoque de la eficiencia energética del edificio, pero no como un problema de Pobreza Energética para las familias, por lo que “...una ley de Eficiencia Energética no garantiza de ninguna manera que se logren los resultados satisfactorios en mejorar el uso de la energía en la práctica” (Carpio et al., 2014, p. 383).

Puesto que, en estos países, todas estas iniciativas refieren acciones para desarrollar la eficiencia energética, pero no se aborda como un problema grave que azota a las familias vulnerables económicamente, y que debiera resolverse de inmediato. Si no como una iniciativa para concientizar al ahorro energético, aunque este es “...uno de los puntos más débiles que presentan los países de a nivel institucional en lo referido a sus actividades para promover la eficiencia energética como política nacional” (Carpio et al., 2014, p. 383).

Por el contrario, en Europa este tema visto desde el concepto de Pobreza Energética ha logrado llevarse al marco legal, con la intención de establecer modelos de financiación pública de la rehabilitación energética de edificios que abonan a este problema. Además de asumir que las “...barreras habituales pueden ser la falta de capital, los altos costos de la financiación ajena o la incertidumbre respecto a los ahorros energéticos que generarán las obras de rehabilitación” (Observatorio Vasco de la Vivienda, 2022).

Por lo que, autores como García y Graizbord (2016) afirman que en México aproximadamente un 40 % de los hogares viven en pobreza energética, en consecuencia, el gasto por encima del salario reduce el poder adquisitivo de las familias y limita su capacidad de ahorro. Por lo tanto, si una familia destina más de una décima parte de su ingreso familiar en pago de servicios relacionados con el gasto de energía, se encontrará en esta situación de desventaja ante quienes no tengan ese problema, pues no

todas las regiones climáticas son extremas, ni todas las familias son económicamente vulnerables para afrontar dicho gasto.

Algunas acciones que han tomado diferentes países para afrontar esta problemática, ya sea con la intención o enfoque desde Eficiencia Energética o Pobreza Energética, se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Modelos de financiación para la rehabilitación y eficiencia energética

Modelo de financiación	Acciones	País que lo implementa
Financiación a fondo perdido	-Incentivos fiscales: Reducción de impuestos es un modo indirecto para subvencionar las inversiones de hogares y empresas, que pueden ayudar a aumentar la demanda de proyectos de eficiencia energética	Bélgica, Dinamarca, Países Bajos, Francia, Italia y Grecia
	-Subvenciones y subsidios: se utilizan principalmente cubrir parcial o totalmente la inversión directa en la ejecución de las intervenciones de rehabilitación, aunque también pueden financiar la compra de material y equipos o los servicios de asesoramiento o certificación.	Unión Europea y Latinoamérica.
	-Hipoteca verde: Acciones de ahorro y uso eficiente de energía, financiadas por el Fideicomiso para el ahorro de Electricidad (FIDE).	México
Financiación de deuda y de capital	-Préstamos tradicionales Constituyen medio más sostenible que las subvenciones o los incentivos fiscales para proporcionar liquidez y acceso directo al capital. Son más habituales en proyectos que incurren en unos altos costos iniciales	Bélgica, Croacia, Francia, Alemania, Estonia, Holanda, Reino Unido y Bulgaria
	-Hipoteca verde Préstamo hipotecario para financiar la compra, construcción o rehabilitación de una vivienda sostenible, pero que a diferencia de los préstamos hipotecarios convencionales en teoría ofrecen mejores condiciones la rehabilitación energética a través del ahorro generado en las facturas energéticas.	Países Bajos

Fuente: Elaboración propia con base en Observatorio Vasco de la Vivienda (2020) y CEPAL (2009).

Este tipo de viviendas, descritas en párrafos anteriores, son de los problemas que padece Ciudad Juárez. A partir de 2002, las administraciones en turno del país decidieron tomar a la Vivienda de Interés Social como motor de la economía. Siendo una localidad receptora en varias ocasiones de dicha estrategia, debido a que posee las condiciones idóneas para su desarrollo, pues su adquisición es a través de un crédito, otorgado a personas que cuentan con un empleo formal.

Según el censo de población del año 2020, realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2020), Ciudad Juárez, tiene 1, 512 450 habitantes, que representa el 40.41 % de la población total del estado de Chihuahua. El centro de información Económica y Social (CIES) 499, 974 pobladores de esta ciudad son trabajadores asegurados por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), que equivale al 51.9 % del total registrados en el estado, lo cual los hace acreedores de los financiamientos ofertados por Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), entre estos la adquisición de una vivienda.

Ciudad Juárez, se caracteriza por las problemáticas de su localización geográfica, uno es la situación climática, ya que se encuentra en una región desértica, pero con climas extremos. Según los datos históricos del servicio meteorológico nacional, esta localidad ha presentado temperaturas extremas de hasta menos dieciséis grados centígrados en invierno y ha alcanzado temperaturas máximas de los 49 grados centígrados en verano. Este es uno de los retos que tienen que afrontar las familias que habitan esta ciudad.

Las viviendas a las que pueden acceder la mayoría de las personas son viviendas tipificadas como vivienda económica o de interés social, las cuales son construidas con materiales que no ayudan a mitigar el clima extremo de esta localidad. Lo que conlleva a que las familias tengan un exceso en el consumo de energía, para calentar o enfriar dichas viviendas en tiempo de frío o calor respectivamente.

El consumo anual de energía registrado para calentar o enfriar una vivienda de interés social de 50.95 m<sup>2</sup> de construcción es de 9,561.75 kW/h y que el costo de esta energía en sus diferentes formas depende de las tarifas sobre los rangos de consumo, el incremento anual de la energía que se calcula en un 5% según datos históricos más la inflación dictada por el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).

Estos costos oscilarán entre 0.88 centavos 1.16 pesos por kW/h. calculado este gasto en periodo de 30 años, que es el tiempo que llevará liquidar el costo total de la vivienda, de acuerdo con la institución que otorgue dicho crédito, el gasto total que pagará por concepto de consumo de energía para calentar o enfriar su vivienda en este periodo de tiempo sería aproximado a \$290,984.98 pesos mexicanos, según un análisis de costo de ciclo de vida (Alba et al., 2021).

## 2. Reconversión de la vivienda

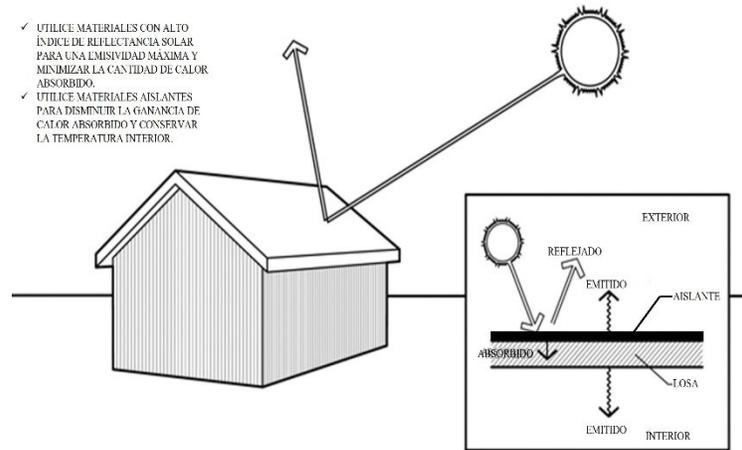
Las posibles soluciones a esta problemática se han planteado desde diferentes perspectivas tales como; seguir recomendaciones de estándares internacionales, normativas nacionales y certificaciones en materia sobre el ahorro de energía del inmueble, a través del diseño de productos para minimizar el gasto de energía o estrategias para nuevas edificaciones.

Además, ha sido tal la preocupación por los especialistas en los temas del ahorro de energía, que han planteado conceptualizaciones necesarias para establecer puntos que deben atender quienes consideren acercarse al estudio de proyectos que incluyan el ahorro de energía, una de estas aproximaciones teóricas es la reconversión.

Según Velásquez (2017) reconversión, es el cambio en el objeto construido, sin hacer modificaciones en su estructura, pero sí en su envolvente, con la finalidad de obtener una reducción en el uso de energía. De este modo, la reconversión es un camino posible para construcciones que probablemente no contemplaron inicialmente materiales que favorecieran la reducción del consumo de energía. Alguno de

dichos materiales, son reflectantes, aislantes en muros y cubiertas, acción que favorece a la reducción del consumo de energía como muestra la Figura 3.

**Figura 3.** Explicación sobre el efecto de los materiales reflectantes y aislantes en una edificación



Fuente: Elaboración propia con base en Society of Building Science Educators (2024).

Es importante entender que todos los cambios que se propongan en la edificación tendrán el objetivo de la reducción del consumo de energía. Por lo tanto, la reconversión se comprenderá como el enfoque que implica la acción de introducir nuevos materiales, productos o equipos en un edificio existente con la finalidad de disminuir el uso de energía de la edificación (Baeli, 2019).

También, el abordar las miradas desde los paradigmas de la reconversión tienen como base un consenso sobre lo que implica dicha reconversión, de este modo las propuestas tendrán el mismo enfoque necesario para no perder de vista los objetivos que pretenden estas conceptualizaciones, que rigen a los especialistas en el tema. Esto explica los esfuerzos de quienes pretenden, a través de teorías, explicaciones y estudios de caso, la importancia de crear conciencia sobre las mejoras en el objeto construido a través de la reconversión.

La reconversión de edificios enfoca su mirada en resolver los problemas en lo construido, ya que estas edificaciones nos acompañarán varias décadas y serán las responsables de una mayor demanda de energía, dejando una considerable huella de carbono que afectará a todos por igual. Por lo que "...la mayor parte de nuestros esfuerzos deberían centrarse en la modernización de la sustancia del edificio construido con diversas técnicas y estándares" (Rynska et al., 2018, p.15).

Es por ello, la relevancia de dirigir esfuerzos a soluciones responsables que busquen una mejora en la eficiencia energética en los edificios y con ello contribuir a la disminución conveniente en el uso global de energía (Zhenjun et al., 2012). Además, pensar que uno de los beneficios en esta reducción de energía será económica, sino ambiental, pues como bien se ha establecido aquí, la disminución del consumo de energía está estrechamente relacionada con el menor impacto ambiental que puede generar una edificación.

Visto además desde otra perspectiva, la reconversión considera entre sus enfoques principales la forma de reducir el consumo energético apegada a las emisiones de gases efecto invernadero y la reconversión de edificios es una manera desafiante pero llena de oportunidades para lograrlo (Zhenjun et al., 2012).

Al mismo tiempo, resulta importante hablar de los actores principales en los que reside la responsabilidad de realizar dichas reconversiones en las edificaciones. Los cuales tendrán la tarea no solo de comprender lo que plantea la reconversión, sino también de llevarla a cabo pues de acuerdo con Rynska et al. (2018, p. 15):

El público objetivo debe encontrarse en todas las disciplinas relacionadas con el proceso de diseño, construcción y gestión de edificios y su entorno. Sus contenidos deben ser de interés no solo para los representantes de los discípulos científicos, sino también para los contratistas, estudiantes, usuarios.

Además, al contemplar la reconversión como un programa social, este dependerá de cuestiones políticas, regulaciones, recursos, tecnologías de reconversión, información específica de edificios, factores humanos, así como expectativas de los clientes, además de otros factores de incertidumbre (Zhenjun et al., 2012).

Según Velázquez (2019), algunos países de Medio Oriente tienen acciones normativas para construir viviendas, un ejemplo de esto son las normativas constructivas en la ciudad de Dubái, donde establece una normativa que prohíbe el uso de vidrio sencillo en vanos, debido al clima extremo de esta localidad. Normatividad que genera grandes ahorros energéticos y económicos y medioambientales.

Otra muestra de la relevancia de estos temas a nivel internacional son los programas de ayuda monetaria que ha invertido Estados Unidos de Norteamérica en los temas de reconversión de edificios. Uno de estos es el desembolso en 2022 de recursos por un 1 billón de dólares al departamento de vivienda y urbanismo para implementar mejoras de eficiencia energética en propiedades multifamiliares. Estos recursos se entregaron de forma directa a los propietarios para mejoras de eficiencia energética, calidad del aire interior, tecnologías de energía renovable y materiales de construcción de bajas emisiones (Bell-Pasht, 2023).

Además, las diferentes vías que contempla la reconversión de edificios son variadas, pues las modificaciones inician desde simples cambios como, pinturas y acabados ecológicos, cambios de elementos como puertas y ventanas aislantes, hasta la utilización de altas tecnologías en el edificio. Empero, no se debe olvidar que, en la vivienda de interés social, todas estas acciones que se pueden tomar, deberán ir de la mano considerando la inversión económica que se estimará en no exceder el monto del consumo de energía de dicha vivienda sin modificaciones y que por el contrario las estrategias seleccionadas no solo conlleven a un ahorro en el consumo de energía sino también a una posible tasa de retorno de la inversión del costo de los aditamentos que se puedan aplicar en la vivienda.

### 3. Metodología

El diseño metodológico que se propone para llevar a cabo en este análisis teórico que se corrobora a través de datos cuantitativos y cualitativos que abordan dos temáticas; vivienda de interés social, gasto y

pobreza energética a través de un caso de estudio, con la finalidad de analizar las problemáticas y características relevantes desde estos temas. El estudio cuantitativo se enfocará sobre los materiales aislantes, sus características, costos e inversión. Después se llevará a cabo una triangulación sobre la relación entre los aspectos cualitativos y cuantitativos, los cuales nos llevarán a ilustrar los escenarios posibles sobre la mejor inversión inicial y la tasa de retorno esperada.

Como lo indica la Tabla 3, la primera fase de estudio será el análisis cualitativo de la vivienda de interés social siguiendo algunos criterios propuestos para esta valoración, enfocados en la materialización del objeto, su diseño emergente del que nace producto de un modelo industrial, las normativas existentes para este tipo de construcciones, las clasificaciones y características tipológicas de las mismas.

En la segunda fase se pretende analizar las problemáticas en relación con el exceso de consumo de energía necesario para enfriar o calentar este tipo de viviendas, como esto puede incidir negativamente en la economía de las familias que las habitan y llevarlas al punto de catalogarlas como familias que viven en condiciones de pobreza energética, término acuñado por especialistas.

En la tercera fase, se ilustrará un análisis cuantitativo a través de un caso de estudio, que es una muestra representativa de los temas analizados desde el enfoque cualitativo. Este estudio de caso presta especial atención en las cifras que demuestran el consumo de energía de la vivienda, en las condiciones que las recibe el habitante a la hora de adquirirlas contra el consumo de la vivienda reconvertida con materiales aislantes.

La triangulación de las temáticas analizadas desde distintos enfoques cualitativo y cuantitativo se realizará a través de los resultados y la discusión de estos. Puesto que estos no solamente nos presentan simples consumos de energía, sino también los costos de inversión de la reconversión, así como la tasa de retorno de la inversión. Por último, se describirán las conclusiones a las que se llegaron después de este análisis.

**Tabla 3.** Diseño metodológico.

Temáticas de análisis	Criterios de evaluación	Fase 1	Fase 2	Fase 3
		Enfoque cualitativo	Enfoque cuantitativo	Triangulación
Vivienda de interés social	Problemática	●		
	Características tipológicas	●		◆
	Reconversión	●		
Gasto y pobreza energética	Problemática	●		
	Consumo	●	■	◆
	Ingresos	●		◆

Continúa...

<b>Materiales aislantes</b>	<b>Características físicas</b>		■	
	<b>Costos</b>		■	◆
	<b>Inversión</b>		■	◆
	<b>Tasa de retorno</b>		■	◆
<b>Resultados</b>				
<b>Discusión</b>				
<b>Conclusiones</b>				

Fuente: Elaboración propia.

## 4. Caso de estudio

El caso de estudio analizado es la reconversión de vivienda de interés social en Ciudad Juárez, donde se propone que, a través del aislamiento en muros y cubierta, cambio de ventanas sencillas por doble vidrio y la construcción de aleros y parte soles en vanos que obtuviera un menor gasto de energía y por lo tanto un ahorro económico para las familias. Dicha investigación arrojó estos datos, además una posible tasa de retorno de la inversión a siete años (Alba et al., 2021).

Este ejemplo nos servirá como punto de partida para lograr el objetivo planteado para esta reflexión teórica y metodológica necesaria y consciente sobre el gasto de energía en la vivienda de interés social, además de los posibles escenarios de reconversión a través de diferentes alternativas, la inversión inicial y la tasa de retorno. Así mismo, nos enfocaremos productos aislantes que fueron los que obtuvieron los mayores resultados, con la finalidad de informar a las personas la importancia de estos temas.

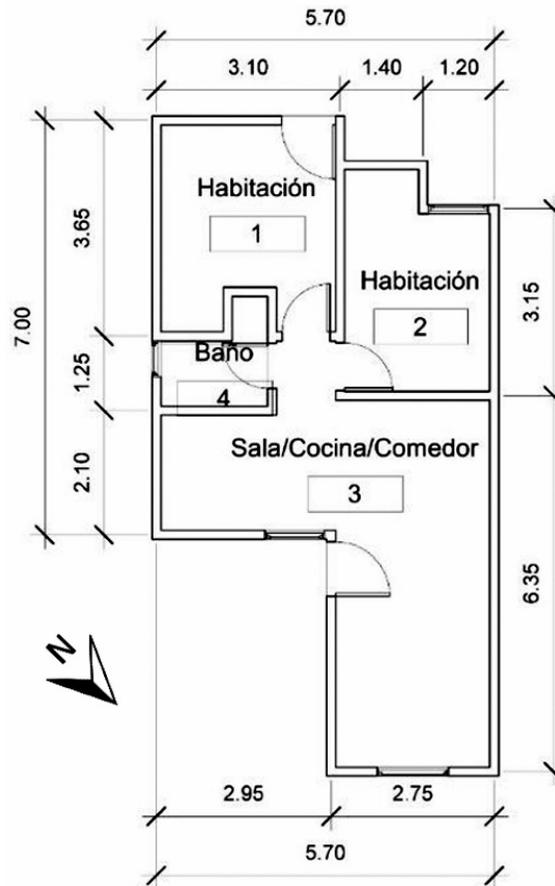
El caso de estudio se desarrolló a través del modelo Análisis de Costo de Ciclo de Vida conocido por sus siglas (ACCV), que es una herramienta administrativa para la evaluación de proyectos y que consiste en seis pasos a seguir para llegar a resultados contundentes que nos brinden factibilidad y certeza de la inversión. Estos pasos son:

1. Definir el proyecto
2. Definir los costos y beneficios de las alternativas
3. Asignar valores
4. Actualizar valores al momento presente
5. Aplicar criterios de decisión y asignar prioridades
6. Si hay que decidir entre varios proyectos rentables, establecer criterios para asignar prioridades.

Como se ha expuesto en apartados anteriores, las viviendas son tipificadas de acuerdo con sus características, esta clasificación como la de interés social, se determina a partir de la superficie construida y números de cuartos. Por lo tanto, el modelo base entra en esta categoría ya que tiene una superficie

construida de 50.95 m<sup>2</sup> que incluye dos habitaciones, además de los requerimientos del reglamento de construcción de la ciudad que son; cuarto de baño y área de cocina indispensables en superficies igual o mayor a 45 m<sup>2</sup> según este reglamento, Figura 4.

Figura 4. Planta arquitectónica.



Fuente: Elaboración propia.

Los materiales constructivos de este tipo de vivienda comprenden bloque de concreto para muros, cubiertas de vigueta y casetón, pisos de concreto, ventanas de vidrio sencillo con marco de aluminio y puertas de madera y acero. Las propiedades físicas estos materiales se describen en la Tabla 4.

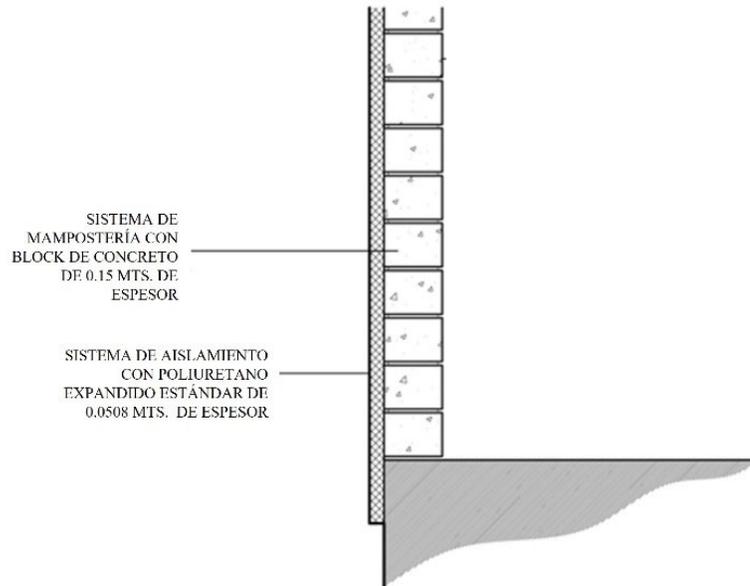
**Tabla 4.** Propiedades físicas de los materiales del modelo base

CONCEPTO	Conductividad térmica (W/ m °C)	Calor específico (J / kg °C)	Densidad (kg/ m3)	Resistencia térmica (m2 °C / W)	Espesor (m)
<b>MUROS</b>					
Bloque de concreto medio	0.51	1000	1400	---	0.15
Mortero cemento arena (exterior)	0.33	2040	520	---	0.025
Yeso (interior)	0.40	1000	1000	---	0.015
<b>LOSA</b>					
Losa de vigueta y casetón	0.269	1006	958	---	0.15
Yeso (interior)	0.4	1000	1000	---	0.015
<b>PISO</b>					
Concreto armado (2% acero)	2.5	1000	2400	---	0.1
Coeficiente convectivo de transferencia de calor (Unidades): Interior: 6.130 Exterior: 22.700					
<b>PUERTAS</b>					
Madera densa de puerta	0.15	1420	33	0.027	0.006
Capa de aire puerta	---	---	---	0.015	0.03
Acero normal	0.5	450	7800		0.001
Coeficiente convectivo de transferencia de calor (Unidades): Interior: 8.290 Exterior: 22.700					
<b>VENTANAS</b>					
Ventana con marco de aluminio con puente térmico, vidrio sencillo claro 3 mm de espesor (U = 6.257)					

Fuente: Elaboración propia con base en Alba et al. (2021).

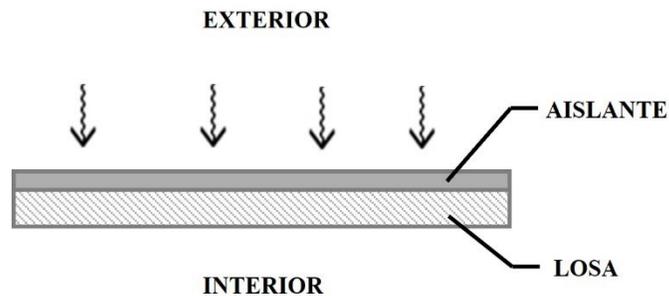
Para el caso de estudio analizado se propusieron tres estrategias para la reconversión de la vivienda de interés social. Empero, este análisis reflexivo se enfocará solamente en dos de ellas, que consideran material aislante en muros y cubierta (ver Figuras 5 y 6).

**Figura 5.** Aislamiento en muro



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6.** Aislamiento en cubierta



Fuente: Elaboración propia.

Las propiedades físicas del material aislante utilizado en el caso de estudio se muestran en la Tabla 5. En la cubierta se aplicó poliuretano expandido con espesor de 0.0508 m como aislante y una película recubrimiento elastómero de 0.001 m de espesor que funciona como impermeable y reflectante. En los muros, se considera el mismo aislante que la cubierta, además de un aplanado con mortero cemento arena de 0.025 m.

**Tabla 5.** Dimensiones y propiedades físicas de los materiales aislantes para la reconversión

CONCEPTO	Conductividad térmica (W/ m °C)	Calor específico (J / kg °C)	Densidad (kg/ m3)	Resistencia térmica (m2 °C / W)	Espesor (m)
<b> AISLANTE EN CUBIERTA </b>					
Poliuretano expandido estándar	0.04	1400	15	---	0.0508
Recubrimiento elastómero (exterior)	0.26	---	1009	---	0.001
<b> AISLANTE EN MUROS </b>					
Poliuretano expandido estándar	0.028	1400	15	---	0.0508
Mortero cemento arena (exterior)	1.40	1000	1800	---	0.025
<b> VENTANAS DOBLE VIDRIO </b>					
Ventana con marco de aluminio con puente térmico, vidrio doble claro 3 mm de espesor y 13 mm de aire (U = 2.761)					

Fuente: Elaboración propia con base en Alba et al. (2021).

En el ACCV, es primordial partir del costo de inversión que implicaran cada una de las estrategias planteadas Tabla 6.

**Tabla 6.** Inversión de las estrategias

Alternativas	M <sup>2</sup>	Inversión inicial
Modelo Base	50.95	\$ 0.00
Aislamiento Cubierta	50.95	\$ 29,977.29
Aislamiento Muros	75.50	\$ 44,383.44

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se tiene que contemplar realmente todos los costos asociados a las modificaciones que se realizarán y no perder de vista ningún detalle, pues lo que se pretende es obtener información verdadera sobre los costos y la tasa de retorno, Figura 7.

**Figura 7.** Análisis del precio unitario por metro cuadrado de aislante

MORIEL DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.						
Análisis de Precio Unitario						
CONCEPTOS						
CLAVE: 12IMP-001						
Impermeabilización y aislamiento térmico de azotea y/o pretiles a base de una capa de 2" de poliuretano espreado densidad 3.0 lb/ft3 Bayseal, con un recubrimiento elastomérico de 32 milésimas Baylock, inc. Incluye: Preparación y limpieza de la superficie existente para recibir impermeabilización y aislamiento nuevo, bases de equipos, extractores, chimeneas, respiraciones y todo tipo de penetraciones en losa, botaguas y/o flashing en pretiles, elevación del material, materiales, desperdicios, mano de obra, herramienta y equipo necesario para su correcta ejecución, limpieza del área de trabajo y retiro de material sobrante fuera del sitio de la obra. Para este concepto se deberá presentar garantía por parte de la empresa adjudicada y responsabilidad de vicios ocultos por escrito, por un periodo mínimo de 10 años.						
					Unidad : m2	
					Cantidad :	
					P.U. : \$ 587.79	
					IMPORTE : \$	
C	Clave	CONCEPTO	Unidad	Precio U.	Cantidad	IMPORTE
<b>Materiales</b>						
	BAYSEAL	Bayseal poliuretano	m2	\$188.76	1.00000	\$188.76
	BAYLOCK	Baylock primer	m2	\$123.87	1.20000	\$148.64
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$337.40</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	INST 1+1	Cuadrilla INST 1+1 { 1 Oficial Instalador + 1 Ayudante generales + Mando intermedio + Herramienta menor}	jor	\$1,730.77	0.08333	\$144.23
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$144.23</b>
						<b>Costo Directo \$481.63</b>
						<b>Costo Indirecto ( 10.00%) \$48.16</b>
						<b>Subtotal \$529.79</b>
						<b>Costo Financiero ( 0.16%) \$0.85</b>
						<b>Subtotal \$530.64</b>
						<b>Utilidad ( 10.00%) \$53.06</b>
						<b>Subtotal \$583.70</b>
						<b>Gastos adicionales ( 0.70%) \$4.09</b>
						<b>Precio Unitario \$587.79</b>
** QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE PESOS 79/100 M.N. **						

Fuente: Elaboración propia con base en Alba et al. (2021).

## Resultados

Tomando como punto de partida consumo de energía del modelo base, el costo de esta en un periodo de 30 años, considerando un aumento del 5% anual y una tasa de inflación de 4.03%. los resultados implican que, anualmente se consumen 9561.76 kw/h en este tipo de vivienda en las condiciones de cómo fue entregada a sus propietarios al inicio. Según este estudio revela que este consumo tendrá un costo de \$290,987.98 pesos el periodo planteado, valores actualizados a futuro con una moneda constante según el ACCV (ver Tablas 7 y 8).

Al aplicar la estrategia que consiste en asilar la cubierta con poliuretano expandido de espesor de 0.0508 m y el recubrimiento elastómero de 0.001 m de espesor, se obtuvo que el consumo de energía disminuyó a 2586.40 kw/h. Por lo tanto, al realizar las proyecciones del ACCV dio como resultado que el gasto que se destinaria para este rubro en el periodo analizado sería solo \$78,709.73 pesos, valor constante (ver Tabla 8).

**Tabla 7.** Análisis del costo de ciclo de vida ACCV

Alternativas	Inversión inicial	KW/H anual	KW/H 30 años	Costo KW/H (30)	C.Energía +Inv.	Ahorro	Rendimiento de inversión
MB	0.00	9561.76	286852.80	\$ 290,984.98	\$ 290,984.98	0.0	0.00
AC	\$ 29,977.29	2586.40	77592.00	\$ 78,709.73	\$ 108,687.02	\$ 182,297.96	\$ 31,663.68
AM	\$ 44,383.44	1573.59	47207.70	\$ 47,887.74	\$ 92,271.18	\$ 198,713.80	\$ 46,880.25

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8.** Costo de la energía del modelo base

Año	Costo	Consumo anual KW/H	Valor futuro
1	\$ 0.88	9561.76	\$ 8,454.00
2	\$ 0.89	9561.76	\$ 8,532.62
3	\$ 0.90	9561.76	\$ 8,611.98
4	\$ 0.91	9561.76	\$ 8,692.07
5	\$ 0.92	9561.76	\$ 8,772.90
6	\$ 0.93	9561.76	\$ 8,854.49
7	\$ 0.93	9561.76	\$ 8,936.84
8	\$ 0.94	9561.76	\$ 9,019.95
9	\$ 0.95	9561.76	\$ 9,103.84
10	\$ 0.96	9561.76	\$ 9,188.50
11	\$ 0.97	9561.76	\$ 9,273.95
12	\$ 0.98	9561.76	\$ 9,360.20
13	\$ 0.99	9561.76	\$ 9,447.25
14	\$ 1.00	9561.76	\$ 9,535.11
15	\$ 1.01	9561.76	\$ 9,623.79
16	\$ 1.02	9561.76	\$ 9,713.29
17	\$ 1.03	9561.76	\$ 9,803.62
18	\$ 1.03	9561.76	\$ 9,894.80
19	\$ 1.04	9561.76	\$ 9,986.82
20	\$ 1.05	9561.76	\$ 10,079.70
21	\$ 1.06	9561.76	\$ 10,173.44
22	\$ 1.07	9561.76	\$ 10,268.05
23	\$ 1.08	9561.76	\$ 10,363.54

Continúa...

Año	Costo	Consumo anual KW/H	Valor futuro
24	\$ 1.09	9561.76	\$ 10,459.92
25	\$ 1.10	9561.76	\$ 10,557.20
26	\$ 1.11	9561.76	\$ 10,655.38
27	\$ 1.12	9561.76	\$ 10,754.48
28	\$ 1.14	9561.76	\$ 10,854.49
29	\$ 1.15	9561.76	\$ 10,955.44
30	\$ 1.16	9561.76	\$ 11,057.33
		286852.80	\$ 290,984.98

Fuente: Elaboración propia.

El gasto que se realizaría en el periodo a 30 años analizado con el ACCV aplicando la segunda estrategia que consiste en aplicación de poliuretano expandido con espesor de 0.0508 m en muros pe-rimetrales y aplanado con mortero cemento arena de 0.025 m, es tan solo de \$ 47887.74 pesos valores actualizados con una proyección futura. Esta disminución tan considerable en pesos y centavos se debe a que el consumo de energía una vez aislado los muros perimetrales desciende a 1573.59 kw/h (ver Tabla 9).

**Tabla 8.** Gasto y costo de la energía considerando aislamiento en cubierta

Año	Costo	Consumo anual KW/H	Valor futuro
1	\$ 0.88	2586.40	\$ 2,286.76
2	\$ 0.89	2586.40	\$ 2,308.02
3	\$ 0.90	2586.40	\$ 2,329.49
4	\$ 0.91	2586.40	\$ 2,351.15
5	\$ 0.92	2586.40	\$ 2,373.02
6	\$ 0.93	2586.40	\$ 2,395.09
7	\$ 0.93	2586.40	\$ 2,417.36
8	\$ 0.94	2586.40	\$ 2,439.84
9	\$ 0.95	2586.40	\$ 2,462.53
10	\$ 0.96	2586.40	\$ 2,485.44
11	\$ 0.97	2586.40	\$ 2,508.55
12	\$ 0.98	2586.40	\$ 2,531.88
13	\$ 0.99	2586.40	\$ 2,555.43
14	\$ 1.00	2586.40	\$ 2,579.19
15	\$ 1.01	2586.40	\$ 2,603.18
16	\$ 1.02	2586.40	\$ 2,627.39
17	\$ 1.03	2586.40	\$ 2,651.82
18	\$ 1.03	2586.40	\$ 2,676.48

Continúa...

Año	Costo	Consumo anual KW/H	Valor futuro
19	\$ 1.04	2586.40	\$ 2,701.38
20	\$ 1.05	2586.40	\$ 2,726.50
21	\$ 1.06	2586.40	\$ 2,751.85
22	\$ 1.07	2586.40	\$ 2,777.45
23	\$ 1.08	2586.40	\$ 2,803.28
24	\$ 1.09	2586.40	\$ 2,829.35
25	\$ 1.10	2586.40	\$ 2,855.66
26	\$ 1.11	2586.40	\$ 2,882.22
27	\$ 1.12	2586.40	\$ 2,909.02
28	\$ 1.14	2586.40	\$ 2,936.08
29	\$ 1.15	2586.40	\$ 2,963.38
30	\$ 1.16	2586.40	\$ 2,990.94
		<b>77592.00</b>	<b>\$ 78,709.73</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9.** Gasto y costo de la energía considerando aislamiento en muros

Año	Costo	Consumo anual KW/H	Valor futuro
1	\$ 0.88	1573.59	\$ 1,391.28
2	\$ 0.89	1573.59	\$ 1,404.22
3	\$ 0.90	1573.59	\$ 1,417.28
4	\$ 0.91	1573.59	\$ 1,430.46
5	\$ 0.92	1573.59	\$ 1,443.77
6	\$ 0.93	1573.59	\$ 1,457.19
7	\$ 0.93	1573.59	\$ 1,470.75
8	\$ 0.94	1573.59	\$ 1484.42
9	\$ 0.95	1573.59	\$ 1,498.23
10	\$ 0.96	1573.59	\$ 1,512.16
11	\$ 0.97	1573.59	\$ 1,526.23
12	\$ 0.98	1573.59	\$ 1,540.42
13	\$ 0.99	1573.59	\$ 1,554.75
14	\$ 1.00	1573.59	\$ 1,569.20
15	\$ 1.01	1573.59	\$ 1,583.80
16	\$ 1.02	1573.59	\$ 1,598.53
17	\$ 1.03	1573.59	\$ 1,613.39
18	\$ 1.03	1573.59	\$ 1,628.40
19	\$ 1.04	1573.59	\$ 1,643.54
20	\$ 1.05	1573.59	\$ 1,658.83
21	\$ 1.06	1573.59	\$ 1,674.25

Continúa...

Año	Costo	Consumo anual KW/H	Valor futuro
22	\$ 1.07	1573.59	\$ 1,689.82
23	\$ 1.08	1573.59	\$ 1,705.54
24	\$ 1.09	1573.59	\$ 1,721.40
25	\$ 1.10	1573.59	\$ 1,737.41
26	\$ 1.11	1573.59	\$ 1,753.57
27	\$ 1.12	1573.59	\$ 1,769.88
28	\$ 1.14	1573.59	\$ 1,786.34
29	\$ 1.15	1573.59	\$ 1,802.95
30	\$ 1.16	1573.59	\$ 1,819.72
		47207.70	\$ 47,887.74

Fuente: Elaboración propia.

## Discusión de los resultados

Según el Análisis del Costo de Ciclo de Vida, la alternativa de aislar la cubierta de la vivienda representa un ahorro del 62.65 % comparada con el modelo base. Mientras que la alternativa de aislar los muros perimetrales tendrá un ahorro 68.29 % también comparado con el modelo base. Además de un rendimiento o tasa de retorno de \$31, 663.68 para el aislamiento en cubierta y \$46,880.25 si se aislaran los muros. Por lo tanto, se puede asegurar que las estrategias de reconversión en la vivienda de interés social representan un ahorro significativo y una alternativa para mitigar la pobreza energética en la que viven las familias más vulnerables que habitan este tipo de viviendas.

Por el contrario, según los resultados, demuestran que la alternativa de no hacer ninguna mejora en la vivienda representa un gasto excesivo. Comparado con las cifras de la mejor opción, en este caso el aislamiento en muros, las familias tendrían gastos por consumo de energía en periodo estudiado hasta por \$290,984.98 pesos moneda constante, según el ACCV. Lo que se traduce en una situación de pobreza energética, que no deja avanzar económicamente a las familias más vulnerables.

Este tipo de análisis proporciona la certeza a través de datos cuantitativos una tasa de retorno de la inversión como si se estuviera invirtiendo en un producto o negocio rentable. Cabe señalar que sin este tipo de estudio económico sería imposible convencer o incentivar a las personas a que decidan realizar adecuaciones en sus viviendas que estén directamente relacionadas con el ahorro de energía y confort térmico

## Conclusiones

El diseño responsable de la vivienda de interés social debería abarcar las temáticas anteriormente expuestas, como algo primordial. Pues estos temas no resueltos en las propuestas de diseño de la vivienda generan problemáticas no solo desde las perspectivas del espacio funcional o de la estética, sino también a nivel económico. Que como pudimos observar, según las cifras son datos considerables para familias vulnerables, que no intervinieron ni pudieron decidir sobre la vivienda que estaban adquiriendo y que

los llevaría a una situación de pobreza energética, solo por rebasar su poder adquisitivo de energía para enfriar o calentar sus hogares.

Es importante señalar que actualmente existen estudios que se preocupan por dar respuesta a este tipo de problemas y han llegado a formar parte del marco legal, para crear una regulación en las prácticas que incluyen la planeación de espacios habitacionales considerados como interés social. Las cuales deberían pensarse desde y para el individuo que los habita, tomando en cuenta el clima del área geográfica donde se emplacen, y contemplar materiales adecuados para la región. Sin dejar de lado soluciones a lo ya construido; ya que donde algunos no ven ninguna vía posible, otros ven el camino de la reconversión.

## Referencias

- Alba L., Herrera L., y Esparza C. (2021). Análisis de costo-beneficio de estrategias de climatización pasiva en vivienda social en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Vivienda y comunidades sustentables*, (10), 81-91. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.165>.
- Baeli, M. (2019). *Residential retrofit: twenty case studies*. Londres, Reino Unido: Routledge.
- Bell-Pasht, A. (2023). *Green and Resilient Retrofit Program (GRRP) Department of Housing and Urban Development (HUD) In This Resource*. American Council for an Energy Efficient Economy. <https://coilink.org/20.500.12592/6cnw92>.
- Boardman, B. (2013). *Fixing fuel poverty: challenges and solutions*. Routledge.
- Carpio, M., García-Maraver, A., Ruiz, D. P., Martínez, A., y Zamorano, M. (2014). Energy rating for green buildings in Europe. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 190, 381-393. <https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-ecology-and-the-environment/190/25693>.
- CEPAL (2009). *Situación y perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y El Caribe*. Repositorio digital. <https://hdl.handle.net/11362/3726>.
- El Diario (2023). *A la venta, mil 500 viviendas económicas*. Página web. <https://diario.mx/economia/2023/nov/16/a-la-venta-mil-500-viviendas-economicas-978680.html>.
- Falcón, L. Á. (2022). *Fenomenología del diseño: la reproducibilidad y el diseño de las imágenes, de los espacios, de los tiempos y de los afectos*. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*. *Ensayos*, (109), 173-183. <http://dx.doi.org/10.18682/cdc.vi109.4220>.
- García, R., y Graizbord B. (2016). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, Sociedad y Territorio*, 16(51), 289-337. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-84212016000200289&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-84212016000200289&script=sci_arttext).
- Gobierno de México (2017). *Código de edificación de vivienda*. CONAVI. <https://www.gob.mx/conavi/documentos/codigo-de-edificacion-de-vivienda-3ra-edicion-2017>.
- Habraken, N. (2000). *El diseño de soportes*. Gustavo Gili.
- INEGI (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/cpv/2020/resultadosrapidos/default.html>.
- Montaner, J. M. (2002). *Las formas del siglo XX*. Gustavo Gili.
- Observatorio de Vasco de la Vivienda (2022). *Modelos de financiación para el fomento la rehabilitación energética de edificios y viviendas en la UE*. [https://www.lanbide.euskadi.eus/contenidos/informacion/ovv\\_financiacion\\_rehab/es\\_ovv\\_admi/adjuntos/financiacion\\_rehabilitacion\\_Europa.pdf](https://www.lanbide.euskadi.eus/contenidos/informacion/ovv_financiacion_rehab/es_ovv_admi/adjuntos/financiacion_rehabilitacion_Europa.pdf).
- Rynska E., Kozminska U., Zinowiec K, Rucinska J., y Szybinska B. (2018). *Desing Solutions for Nzeb Retrofit Buildings*. IGI global.
- Society of Building Science Educators (2024). *Climate Consultants 6.0*. Página web. <https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>.

- Velázquez G. (2017). *Reconversión sustentable de edificios*. Universidad Iberoamericana, A.C.
- Zhenjun M., Cooper, P., Daly, D., y Ledo, L. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Energy and buildings*, 55, 889-902. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.08.018>.