

# VIVIENDA Y COMUNIDADES SUSTENTABLES



Julio - Diciembre 2021 Año. 5 Núm. 10

Universidad de Guadalajara  
Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables

10





REVISTA CIENTÍFICA

---

# VIVIENDA Y COMUNIDADES SUSTENTABLES

Julio-Diciembre 2021 Año 5 Núm. 10  
ISSN: 2594-0198



LABORATORIO NACIONAL DE VIVIENDA  
Y COMUNIDADES SUSTENTABLES



Universidad de Guadalajara  
Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables

## Directorio

### UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

*Rectoría General* Ricardo Villanueva Lomelí  
*Vicerrectoría Ejecutiva* Héctor Raúl Solís Gadea

### CENTRO UNIVERSITARIO DE ARTE, ARQUITECTURA Y DISEÑO

*Rectoría* Francisco Javier González Madariaga  
*Secretaría Académica* María Dolores del Río López  
*Secretaría Administrativa* Everardo Partida Granados

### CONSEJO EDITORIAL

*Director responsable* Fernando Córdova Canela  
*Editor responsable* José Arturo Gleason Espíndola  
*Coordinación editorial* Celina Yunuén Castillo Moya  
*Equipo Técnico* Carolina Ávila Escobedo

### CONSEJO DIRECTIVO

Gabriel Castañeda Nolasco (Universidad Autónoma de Chiapas-México), Fernando Córdova Canela (Universidad de Guadalajara-México), Elvira Maycotte Pansza (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez-México), Alberto Muciffo Vélez (Universidad Nacional Autónoma de México) y José Manuel Ochoa de la Torre (Universidad de Sonora-México).

### COMITÉ EDITORIAL

María Guadalupe Alpuche Cruz (Universidad de Sonora, México), Ana Córdova y Vázquez (Colegio de la Frontera Norte, México), Alejandra Villagrana Gutiérrez (Universidades de Guadalajara, México), Glenda Bethina Yanes Ordiales (Universidad de Sonora-México), Mariana Villada Canela (Universidad Autónoma de Baja California, México).

### COMITÉ CIENTÍFICO

Domingo Acosta (Universidad Central de Venezuela, Venezuela), Tanuja Ariyananda (Lanka Rain Water Harvesting Forum, Sri Lanka), Carlos Mauricio Bedoya Montoya (Universidad Nacional de Colombia, Colombia), Guillermo Boils Morales (Universidad Nacional Autónoma de México, México), Luis Humberto Buitron Aguas (Universidad Central de Ecuador, Ecuador), Nájila Cabral (Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará, Brasil), Adeildo Cabral da Silva (Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará, Brasil), César Augusto Casiano Flores (Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica), Helena Coch Roura (Universitat Politècnica de Catalunya, España), Jorge Daniel Czajkowski (Universidad Nacional de La Plata, Argentina), Evandro Fiorin (Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil), Jorge Alberto Galindo Díaz (Universidad Nacional de Colombia, Colombia), Yokasta Inmaculada García Frómota, Pontificia (Universidad Católica Madre y Maestra, República Dominicana), Elena Garcia Nevado (Université de Pau et des Pays de l'Adour, Francia), Tomás García Salgado (Universidad Nacional Autónoma de México, México), José Guerra Ramírez (Universidad Católica del Norte, Chile), Luis Fernando Guerrero Baca (Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, México), Agustín Hernández Aja (Universidad Politécnica de Madrid, España), Néstor Saúl López Iriás (Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua), Denis Leonardo Mayta Ponce (Universidad Católica San Pablo, Perú), Eloy Méndez Sainz (Universidad Autónoma de Puebla, México), Alicia Mimbacas (Universidad de la República, Uruguay), Carlos Freddy Miranda Zuleta (Universidad Católica del Norte, Chile), Tomas Antonio Moreira (Universidad de São Paulo, Brasil), Roberto Adrián Moreno García (Universidad Autónoma de Chile, Chile), Laura Munguía Sánchez (Universidad Técnica de Košice, Eslovaquia), Adolfo Narváez Tijerina (Universidad Autónoma de Nuevo León, México), Sergio Nasarre Asnar (Universidad Rovira i Virgili, España), Mara Regina Pagliuso Rodrigues (Instituto federal de São Paulo, Brasil), Nuria Pérez Gallardo (Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil), Ingrid Ethel Roche Lowczy (Universidad de la República, Uruguay), Ricardo Víctor Rodríguez Barbosa (Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Brasil), Isabel Rodríguez Chumillas (Universidad Autónoma de Madrid, España), Gilkauris María Rojas Cortorreal (Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, República Dominicana), Ariel Sergio Ruchansky Lemes (Universidad de la República, Uruguay), Marco Schmidt (Universidad Tecnológica de Berlín, Alemania), Mónica Marcela Suárez Pradilla (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Colombia), Isabel Valdivia Fernández (Universidad De La Habana, Cuba), Humberto Varum (Universidad de Porto, Portugal), Martín Franz Wieser Rey (Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú).

*Vivienda y Comunidades Sustentables*, Año 5, Núm. 10, julio-diciembre 2021 es una publicación digital, en forma semestral editada por la Universidad de Guadalajara a través del Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables (LNVCS) Conacyt del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Ubicada en Calzada Independencia Norte 5075, Edificio LNVCS, Col. Huentitán el Bajo, C.P. 44250, Guadalajara, Jalisco, México. Tel. (+52 33)1202-3000 Ext. 38783 revista.lnvc@gmail.com Dirección web: <http://www.revistavivienda.cuaad.udg.mx>. Editor Responsable: José Arturo Gleason Espíndola. Reserva de Derecho al Uso Exclusivo: 04-2016-11115122500-203. ISSN: 2594-0198, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Fecha de publicación: 30 de junio de 2021.

Las opiniones y los comentarios expresados por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

### ACERCA DE LA REVISTA

La Revista *Vivienda y Comunidades Sustentables*, es un espacio de difusión del conocimiento científico y tecnológico original en materia de vivienda y comunidades sustentables, que considera a este binomio como un objeto de estudio complejo, cuyos procesos inciden de manera importante en los procesos de la ciudad y el territorio, por lo tanto su estudio puede llevarse a cabo desde diferentes disciplinas y con distintos alcances, desde su estudio como área de conocimiento que requiere de la atención por parte del sector industrial, que requiere ser considerado como un derecho humano fundamental y como una oportunidad para coadyuvar la sustentabilidad en sus diferentes acepciones y escalas de intervención urbana y territorial. Esta revista busca generar un espacio de difusión del conocimiento, con un enfoque innovador, plural, experimental y multidisciplinar, y se encuentra vinculada con el Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables Conacyt, al formar parte de su estrategia editorial.

# Contenido

Editorial <b>José Arturo Gleason Espíndola</b>	7
Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017 <b>Adrià Sánchez Calvillo, Elia Mercedes Alonso Guzmán y María del Carmen López Núñez</b>	9
Servicios de energía y habitabilidad en los hogares de Sonora, México, ante el Covid-19 <b>Rigoberto García Ochoa y José Manuel Ochoa de la Torre</b>	31
Arquitectura de la vivienda social rural post-Covid <b>María Ximena Manrique Niño, Sergio Antonio Perea Restrepo y Nelson Iván Erazo Solarte</b>	55
Análisis de costo-beneficio de estrategias de climatización pasiva en vivienda social en Ciudad Juárez, Chihuahua <b>Liliana Karina Alba Gómez, Luis Carlos Herrera Sosa y Carlos Javier Esparza López</b>	81
Indicadores de sustentabilidad en la vivienda social de Tabasco, México <b>Luis Alberto Cano Tiquet y Aída López Cervantes</b>	93
Propuesta metodológica para evaluar calidad de vida y bienestar social en relación con el diseño urbano <b>Ivonne Elisa Álvarez Valenzuela y Glenda Bethina Yanes Ordiales</b>	115
RESEÑA: ¿Se puede hacer una ciudad inteligente? <b>Irene Marincic Lovriha</b>	137
Acerca de los autores	141



# Editorial

**JOSÉ ARTURO GLEASON ESPÍNDOLA**

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i9.167>

La *Revista de Vivienda y Comunidades Sustentables* es un espacio de difusión del conocimiento científico y tecnológico original en materia de vivienda, desarrollo urbano, políticas públicas y comunidades sustentables. Esta revista trata sobre otros temas vinculados considerados objetos de estudio complejos, cuyos procesos forman parte de la ciudad y el territorio, de modo que pueden ser reinterpretados desde distintas perspectivas: desde el sector industrial, como un derecho humano fundamental y como una oportunidad para coadyuvar a la sustentabilidad a escalas urbana y territorial, desde un enfoque innovador, plural, experimental y multidisciplinar, que forma parte de la estrategia editorial del Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables del CONACYT. Este décimo número lo integran seis artículos y una reseña relacionados con el urbanismo sustentable, las innovaciones en procesos y materiales de construcción, así como la historia de la arquitectura.

El primer artículo presenta un estudio completo sobre la vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en el municipio de Jojutla Morelos, México que se presentó después de los sismos de 2017. El estudio utilizó una metodología que incluyó análisis mediante sistemas de información geográfica, caracterización de los materiales constructivos de tierra en el laboratorio, y la revisión de las regulaciones constructivas

y los planes de gestión de riesgos del municipio. Los resultados demostraron que se presentaron deficiencias constructivas en las viviendas, así como una incorrecta planificación a nivel urbano y de gestión de riesgos en la localidad, lo que contribuyó a aumentar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

El segundo trabajo se realiza en Ciudad Juárez, Chihuahua y consiste en llevar a cabo un análisis costo-beneficio de estrategias de climatización pasiva en vivienda social. Se comenta que la vivienda interés social debe convertirse en un refugio del externo pero que la reconversión de la vivienda se contrapone a los intereses económicos y por lo tanto, se descartan. La aportación de esta propuesta consiste en demostrar la posibilidad de aplicar adecuaciones climáticas pasivas a viviendas construidas sin socavar la economía familiar mediante un análisis costo-beneficio aplicando la metodología de análisis de costo de ciclo de vida.

La tercera propuesta aborda desde un enfoque teórico, el tema de la arquitectura de la vivienda social a partir de los resultados obtenidos de un ejercicio de diseño arquitectónico donde participaron estudiantes de arquitectura, se profundizó sobre el concepto de vivienda social, la aplicación de políticas locales de ordenamiento territorial de las unidades de paisaje familiares el paisaje lo que generó una reflexión teórico-crítica sobre los diferentes modelos de arquitectura



saludable. Estos modelos ayudaran a paliar los efectos del virus COVID-19.

El cuarto trabajo se presenta en el contexto de la pandemia del COVID-19 el cual tiene el propósito de identificar y caracterizar el escenario de desigualdad en los hogares de Sonora en función de sus niveles de acceso a los servicios de energía y capital económico, para analizar los posibles impactos adversos que puede generar el confinamiento. La metodología aplicada fue cuantitativa y los resultados evidencian que la mitad de los hogares de Sonora presentan niveles de accesos bajos o muy bajos, además, con menores niveles de acceso son confort térmico, iluminación, eficiente, e información y entrenamiento lo cual afecta los derechos humanos. A partir se propone una serie de acciones que puedan mejorar la habitabilidad en los hogares.

El contenido del quinto artículo propone indicadores de sustentabilidad en la vivienda social en el Estado de Tabasco. El propósito es identificar y evaluar las variables e índices de sustentabilidad en tres emplazamientos de interés social en Comalcalco, Tabasco. Se utilizó un método basado en una investigación deductiva basado en un enfoque cualitativo y de alcance descriptivo. Se utiliza como base de análisis los conceptos y normas de la vivienda social teniendo como base a las categorías establecidas en al NAMA poniendo especial atención en los indicadores. Los resultados muestran la poca incidencia y atención de los indicadores y permiten evaluar y verificar los campos de oportunidad para posibles acciones, normas y programas en los desarrollos de vivien-

da, con el propósito de aportar a los diagnósticos que llevan a cabo otros organismos como SEDATU y el departamento de obras públicas del municipio para mejorar la habitabilidad de la vivienda.

La sexta contribución presenta un método replicable, además de permitir evaluar la relación que existe entre las soluciones de diseño urbano y su impacto en la calidad de vida y bienestar social en un determinado sector dentro de una ciudad. Los resultados presentan respuestas subjetivas a través de la percepción de usuarios, que aproximan a comprender una realidad única para cada vecindario. La utilización de este método permitiría conocer en qué situación se encuentran las comunidades según la tipología habitacional urbana en que residan y el contexto social, temporal y urbano que interviene directamente en su bienestar y participación como sociedad, logrando ser un estudio aplicable para futuras proyecciones residenciales, diseño urbano y mejoras en sectores existentes.

Y por último es una reseña de la obra titulada como ¿Se puede hacer una ciudad inteligente?, donde se describe este concepto, el cual toma en cuenta cuatro dimensiones: ambiental, social, económico e institucional los cuales pretende mejorar. La ciudad inteligente no solo es un asunto de tecnología, es una ciudad sustentable que se preocupa por eficientizar la energía y los recursos, que no impactan el medio ambiente y administran su economía y se preocupan por la sociedad. En este libro se agrupan propuestas y aplicaciones mejorables y modificables, según evolucione nuestra situación como planeta y como sociedad que habita mayormente zonas urbanas.

# Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017

## *Seismic vulnerability and the loss of the traditional adobe buildings in Jojutla, Morelos, México, after the 2017 earthquakes*

Doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.162>

**ADRIÀ SÁNCHEZ CALVILLO**

<https://orcid.org/0000-0002-3653-8000> / [adria.sanchez.9@hotmail.com](mailto:adria.sanchez.9@hotmail.com)

**ELIA MERCEDES ALONSO GUZMÁN**

<https://orcid.org/0000-0002-8502-4313> / [elia.alonso@umich.mx](mailto:elia.alonso@umich.mx)

**MARÍA DEL CARMEN LÓPEZ NÚÑEZ**

<https://orcid.org/0000-0002-8718-0096> / [carmen.lopez@umich.mx](mailto:carmen.lopez@umich.mx)

Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, México

Recibido: 9 de septiembre de 2020. Aceptado: 26 de marzo de 2021.

### RESUMEN

La vivienda de adobe es una de las tipologías constructivas más representativas de la arquitectura tradicional y de la cultura local en México. En las últimas décadas estos sistemas han sufrido un abandono y desplazamiento por materiales y técnicas contemporáneos, situación que no ha hecho más que acrecentarse tras los recientes eventos sísmicos ocurridos en el país, especialmente los del año 2017. La localidad de Jojutla, en el estado de Morelos, fue una de las más afectadas por el sismo de Puebla de 2017, sufriendo daños irreparables en su patrimonio edificado, donde destaca la pérdida de las viviendas de adobe del centro histórico.

Con la presente investigación se hizo un estudio completo en la localidad señalada y la afectación sísmica en las construcciones de adobe tras los eventos de 2017. Para ello se empleó una metodología que incluyó análisis mediante sistemas de información geográfica, caracterización de los materiales constructivos de tierra en el laborato-

rio, y la revisión de las regulaciones constructivas y los planes de gestión de riesgos del municipio.

Pudieron observarse graves deficiencias constructivas en las viviendas, así como una incorrecta planificación a nivel urbano y de gestión de riesgos en la localidad, lo que contribuyó a aumentar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. A partir de las investigaciones previas y de los resultados que se presentan, pudo establecerse que las viviendas de adobe fueron desprotegidas por las autoridades, aunado al olvido de los sistemas tradicionales y las malas prácticas, lo cual derivó en la desaparición de esta cultura constructiva en la región estudiada.

**Palabras clave:** arquitectura de tierra, vulnerabilidad sísmica, vivienda de adobe, caracterización de materiales, cultura constructiva, sistemas de información geográfica.

### ABSTRACT

Adobe dwellings are the most representative constructive typologies of the traditional archi-



ecture and local culture of Mexico. In the last decades these systems have been abandoned and displaced by modern materials and techniques, a situation enhanced by the recent seismic events, especially the ones which struck the country in 2017. The city of Jojutla, in the State of Morelos, was one of the most affected by the 2017 Puebla earthquake, suffering several damages of the built heritage, highlighting the adobe dwellings in the historic centre.

The following paper presents the research carried in the city of Jojutla regarding the seismic impact over the earthen constructions of the region after the 2017 earthquake. There was applied a research methodology which included techniques like geographic information systems, characterisation of the earthen construction materials in the laboratory, and the analysis and revision of the local building codes and risk management plans.

There could be noticed several structural deficiencies in the dwellings of the town, as well as wrong urban planning and risk management plans, contributing to increase the seismic vulnerability of the constructions. On the basis of previous research and the results presented, it could be established that the lack of protection and exposition of the adobe dwellings, in combination with the oblivion of the traditional techniques and bad practices, caused the complete demise of this constructive culture in the studied region.

**Keywords:** earthen architecture, seismic vulnerability, adobe dwellings, building traditions, constructive alterations.

## INTRODUCCIÓN

La tierra es uno de los materiales de construcción más antiguos que se conocen, contando evidencias arqueológicas que atestiguan su uso desde hace miles de años (Heathcote, 1995), la cual fue la base constructiva de las primeras grandes urbes de la humanidad. Estos sistemas constructivos se encuentran presentes en todos los continentes habitados, con innumerables

técnicas y variaciones de las mismas. En México, la arquitectura de tierra está representada tanto en su patrimonio prehispánico como virreinal, y hasta nuestros días, sin obviar las edificaciones construidas en las últimas décadas, puesto que a nivel urbano gran parte de las casas de muchas regiones del país fueron construidas en uno o dos pisos de adobe, hasta que con el avance de los siglos el ladrillo cocido desplazó a este material (Yamín Lacouture, Phillips Bernal, Reyes Ortiz y Ruiz Valencia, 2007).

Con los siglos, la construcción con tierra ha sufrido un progresivo abandono, quedando desplazada por los nuevos sistemas y materiales. La problemática de su desaparición es un hecho conocido y aceptado por la comunidad científica, que apremia su recuperación y difusión. Actualmente esta tradición constructiva ha quedado relegada a los países y regiones más humildes, contando con una baja apreciación,<sup>1</sup> siendo el caso de México, donde se ha desacreditado, “ignorada por los organismos de apoyo a la vivienda, la mayoría de las facultades de arquitectura e incluso las instituciones encargadas del patrimonio” (Guerrero Baca, 2007).

Sin embargo, a partir de estos acontecimientos y de la destrucción física y tangible del patrimonio cultural, ha habido una mayor difusión y producción de conocimiento acerca de la problemática en México. El trabajo de las instituciones educativas y posgrados con énfasis en la conservación del patrimonio es especialmente importante, destinando mayores recursos a la investigación y los proyectos de cooperación.

En la presente investigación se estudió el fenómeno de la vulnerabilidad sísmica en la localidad de Jojutla, que experimentó un gran impacto por los sismos del año 2017 y una pérdida irreemplazable de su patrimonio cultural. A partir de la vulnerabilidad observada y de los daños materiales y estructurales que experimentaron las construcciones, se investigó a fondo el

1. El concepto de tradición constructiva o cultura constructiva implica todo el desarrollo y conocimientos de los procesos constructivos en torno a los materiales y sistemas locales, que son necesarios para cubrir la necesidad de habitar un espacio.

comportamiento de las viviendas de adobe y su posterior desaparición en la localidad. Mediante el empleo de una metodología integral que incluyó sistemas de información geográfica, caracterización experimental de los materiales en el laboratorio y revisión de la regulación y normas constructivas, pudo comprenderse mejor el fenómeno de la vulnerabilidad para el caso de estudio en específico.

### ESTADO DE LA CUESTIÓN: EL ABANDONO DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN MÉXICO

La desaparición del patrimonio y de la vivienda construidos en tierra puede ser corroborada e incluso cuantificada por los organismos públicos mexicanos. En las publicaciones del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) pueden encontrarse los resultados referentes a la vivienda en México y su distribución por sistemas constructivos, entre otros parámetros. Comparando los datos del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, con la Encuesta Intercensal 2015, siendo esta última la información disponible sobre vivienda más reciente, puede apreciarse una acusada disminución de la vivienda tradicional en todo el país.

En el año 2000 el total de viviendas de adobe ascendía a 2'135,694 sobre una cifra total de 21'513,235 lo que representó un porcentaje del 9.93% del total de los inmuebles en esa temporalidad; en cambio los resultados del año 2015 muestran un total de viviendas de adobe de 1'710,456 respecto al total construido de 31'924,863 domicilios censados, que representa un porcentaje del 5.36% de toda la vivienda del país (INEGI, 2000, 2015).

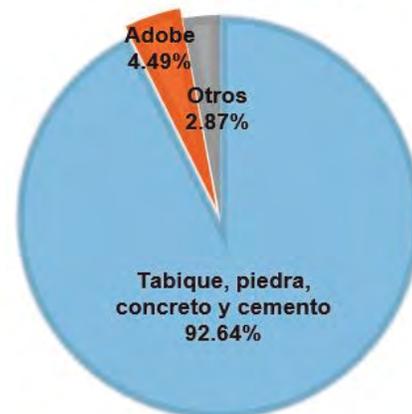
Al analizar los datos estadísticos podemos extraer conclusiones preocupantes acerca de la pérdida de viviendas construidas con sistemas constructivos de tierra: por un lado no sólo el número total no ha crecido sino que se han perdido más de 400,000 viviendas en los últimos 15 años, cuando la cifra total de inmuebles se ha disparado en más de 10 millones; por otro lado y en con-

secuencia, el porcentaje de viviendas de adobe ha disminuido exponencialmente en beneficio de los llamados materiales globales, con su máximo exponente en materiales cerámicos de alta temperatura y/o reacción química, principalmente el concreto y el tabique recocido. La sostenibilidad del adobe como material de construcción se fundamenta en la reducción de emisiones contaminantes que supone respecto al cemento, que sí implica un importante gasto energético (Costa, Cerqueira, Rocha y Velosa, 2019).

FIGURA 1

Resultados de la Encuesta Intercensal 2015: "Distribución de la vivienda según material de los muros, estado de Morelos"

#### ESTADO DE MORELOS. RESULTADOS DE ENCUESTA INTERCENSAL 2015



Respecto al estado de Morelos, donde se desarrolló la investigación, su situación es representativa respecto al país, puesto que el porcentaje de viviendas de adobe representa 4.49%, siendo muy cercano al 5.31% de México en conjunto (véase figura 1). Sin embargo, dentro del mismo estado de Morelos la distribución de las construcciones con adobe es muy variable según los municipios, como puede observarse en la figura 2, donde éstos aparecen representados según el porcentaje de arquitectura en tierra remanente.

En ciertas regiones del estado destaca la notable conservación de los materiales y sistemas constructivos tradicionales, como por ejemplo los municipios cercanos a la falda del Volcán Popocatepetl; en cambio, en las grandes zonas

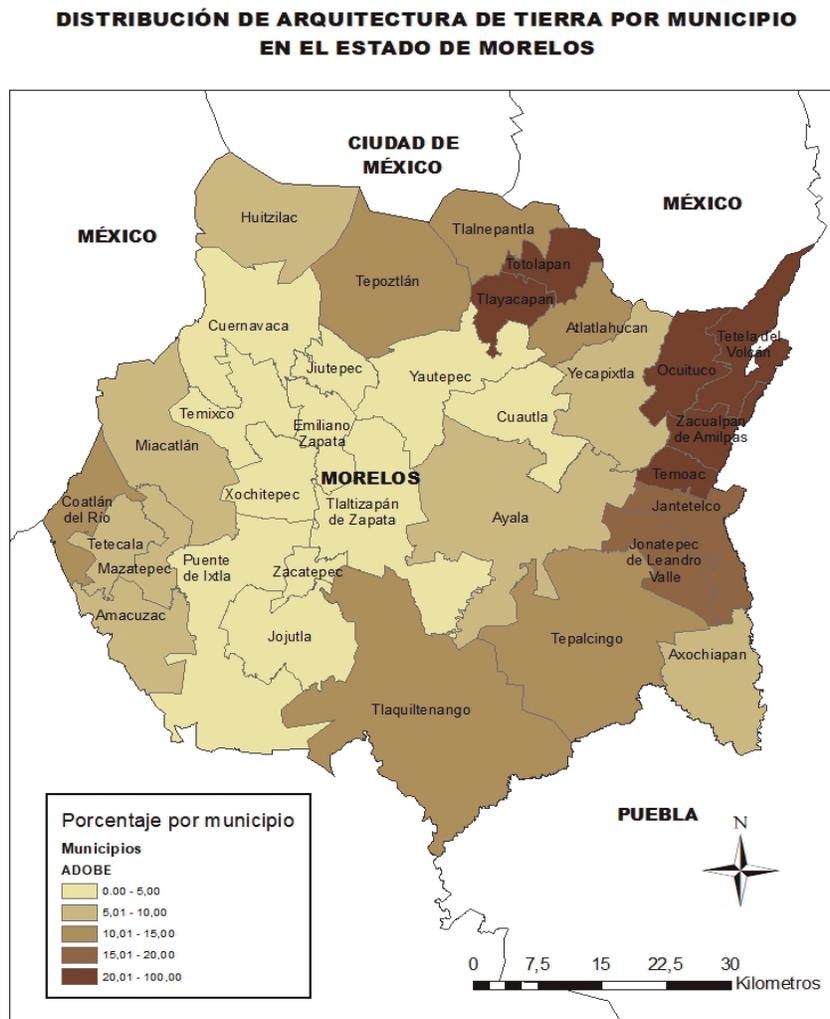
urbanas, como la conurbación de Cuernavaca, la sustitución por edificaciones de concreto y otros sistemas constructivos contemporáneos ha sido considerable, siendo muy complicado encontrar edificaciones de tierra más allá de los centros históricos conservados por la legislación vigente.

Existe una clara correlación entre los factores económicos y sociales y la construcción de viviendas con tierra. En la figura 3 se comparan cuatro diferentes mapas del estado que muestran la distribución por municipios de la arquitectura de adobe, los principales núcleos de población,

la densidad poblacional en habitantes por metro cuadrado, y los ingresos económicos. A partir de un esquema cromático, en el que la mayor intensidad de color representa mayores valores de la variable, pueden establecerse relaciones inversamente proporcionales: la vivienda de adobe corresponde a localidades aisladas con pocos habitantes y una baja renta *per cápita*. Por otro lado, los principales núcleos de población donde se concentra la mayor riqueza del estado apenas cuentan con viviendas tradicionales que incorporen materiales locales.

**FIGURA 2**

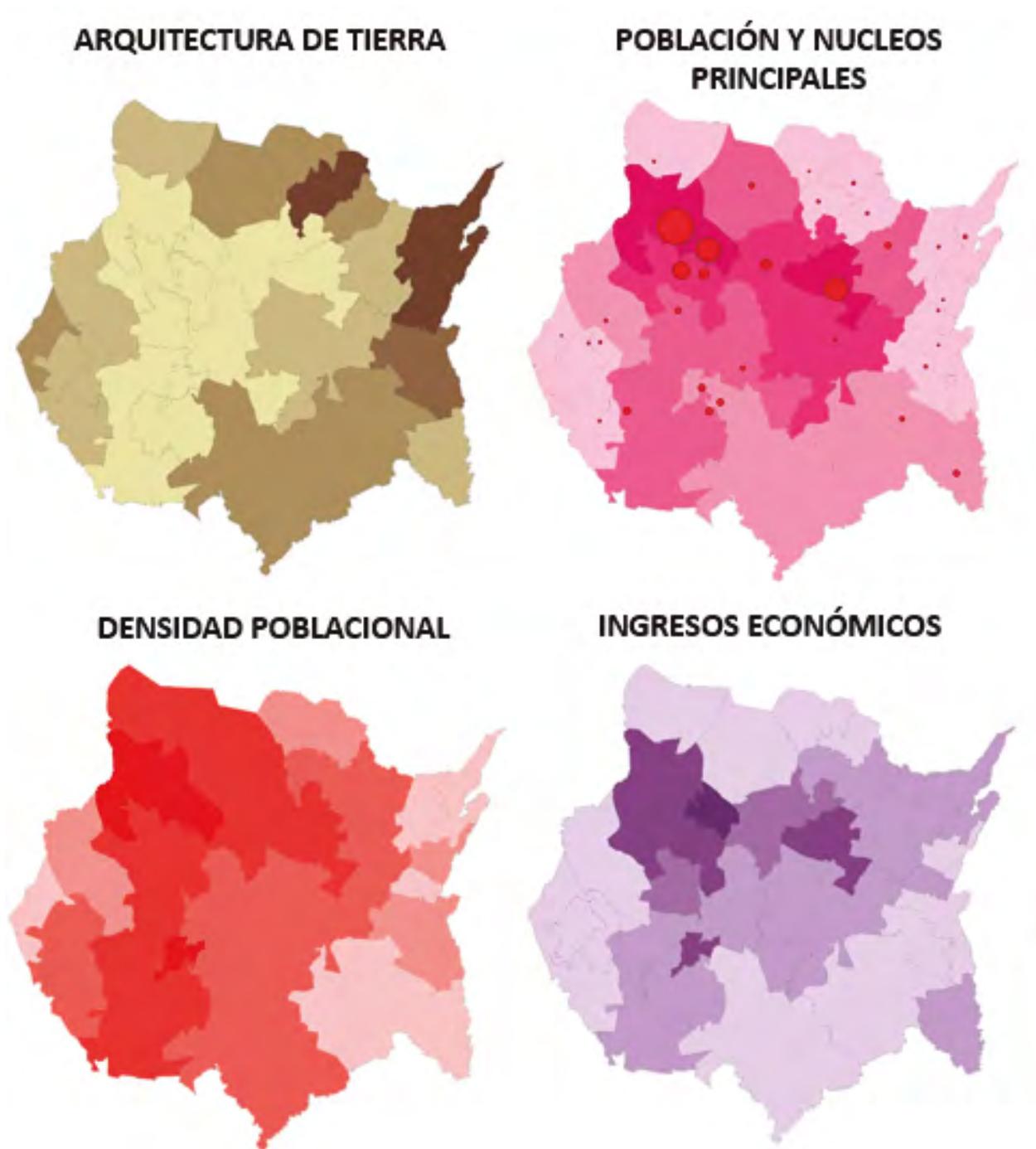
Estado de Morelos: distribución porcentual de viviendas de adobe por municipio



Elaborado por A. Sánchez-Calvillo (2020).  
Fuente: INEGI, 2015.

**FIGURA 3**

Estado de Morelos: correlación entre arquitectura de tierra y factores demográficos y socioculturales



Elaborado por A. Sánchez-Calvillo (2020).

Fuente: INEGI, 2015.

## ANTECEDENTES: EL SISMO DE PUEBLA DE 2017

Los sismos son uno de los fenómenos naturales más notables por su elevada destrucción traducida en daños materiales y pérdidas humanas, generando una destrucción del patrimonio edificado tras su suceso. Además, los efectos psicológicos en la población son aún mayores, pues suponen un decrecimiento de la economía en las regiones y países afectados (Spence, 2009). Las afectaciones son, además, mucho más graves en las zonas urbanas de los países en vías de desarrollo, los cuales no cuentan con infraestructura ni estrategias suficientes para afrontar las amenazas naturales, confluyendo en una mayor vulnerabilidad ante estos eventos (Chardon, 2008).

En el mes de septiembre del año 2017 México fue afectado por dos eventos sísmicos altamente destructivos que tuvieron un alto impacto en las regiones afectadas y en la sociedad. Los dos sismos provocaron importantes daños materiales y pérdidas humanas, además de la conmoción social y cultural que implican los desastres de origen natural.

El primer sismo fue reportado el 7 de septiembre de 2017, con epicentro en el Golfo de Tehuantepec, estado de Chiapas, el cual fue originado en la Placa de Cocos y reportó una magnitud de 8.2 Mw<sup>2</sup>, el segundo mayor en el país desde que se tienen registros. Este evento destacó por ser uno de los mayores registrados en la historia sísmica de México y por las numerosas réplicas que fueron detectadas en los siguientes días. Los estados mexicanos con mayor afectación fueron Chiapas, Oaxaca y Tabasco (Servicio Sismológico Nacional, 2017).

El segundo sismo fue reportado el 19 de septiembre del mismo año por el Servicio Sismológico Nacional con una magnitud de 7.1 Mw y epicentro detectado en el límite entre los estados de Puebla y Morelos, localizado a 12 km de Axochiapan, Morelos (Servicio Sismológico Nacional, 2017). En este caso los estados más afectados

se localizaron en el centro del país con daños considerables en los estados de Puebla, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Guerrero y la Ciudad de México. La localidad de Jojutla de Juárez estuvo situada a 50 km del epicentro, ubicada en la zona de mayor intensidad sísmica registrada.

Estos eventos tuvieron un impacto considerable en el patrimonio arquitectónico del país, siendo especialmente destructivos con los edificios coloniales que constituyen gran parte de la cultura mexicana. En el caso del estado de Morelos las consecuencias fueron excesivas, puesto que fue el único estado en presentar un mayor porcentaje de daños severos que daños catalogados como medios o leves en sus monumentos afectados. Éstos supusieron un 47.10% del total; por poner en perspectiva, los siguientes estados en la lista fueron Ciudad de México y Puebla con 25.89 y 20.13% respectivamente (Meli Piralla, 2018).

## CASO DE ESTUDIO: JOJUTLA DE JUÁREZ

Jojutla de Juárez fue la localidad más afectada del estado de Morelos, presentó graves daños estructurales y la pérdida de gran parte del patrimonio construido. Los edificios más vulnerables al sismo fueron las viviendas de adobe del centro histórico, en muchos casos llegaron al colapso y generaron daños irreparables (véase figura 4).

FIGURA 4

Daños en el centro de Jojutla



Fotografía: A. Sánchez-Calvillo, 2018.

Jojutla es un claro ejemplo de comunidad que olvidó y delegó las llamadas culturas sísmicas,

2. La escala sismológica de magnitud de momento, Mw, hace referencia a la cantidad de energía total liberada por un sismo.

un concepto extendido y aceptado en la investigación sísmica que designa la capacidad de resiliencia de las culturas para adaptarse a estos fenómenos y reducir los posibles daños mediante todo tipo de estrategias y variables de tipo constructivo (Jorquera, 2014; Ortega, Vasconcelos y Correia, 2018).

Al considerar la existente situación de riesgo y abandono de la arquitectura de tierra en México, la ocurrencia de sismos incrementa todavía más la pérdida de edificaciones de adobe. Estas construcciones se perciben como inseguras, poco resistentes, y además implican una baja concepción social, siendo típicas de las clases más pobres (Guerrero Baca, 2007). Sin embargo, éste no es un problema local de Morelos, ya que el resto de estados del país afectados por sismos en los últimos años han experimentado situaciones similares, y la correlación puede extenderse a todos los países latinoamericanos proclives a estos fenómenos naturales.

Es un hecho que los usuarios de viviendas tradicionales damnificadas prefieren iniciar una reconstrucción con nuevos materiales ofrecidos por las instituciones como compensación de los daños sufridos, a tratar de reparar los sistemas constructivos originales. Éste es uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los expertos cuando trabajan con comunidades de este tipo, tratar de convencer de las bondades de la arquitectura tradicional y el impacto de los materiales modernos en el medio ambiente (Cornerstones Community Partnerships, 2006).

## **EL ESTUDIO HOLÍSTICO DE LA VIVIENDA DE ADOBE PARA DETERMINAR SU VULNERABILIDAD SÍSMICA**

Todo problema de investigación debe encuadrarse dentro del marco de una teoría, para de este modo discernir cuál será la estrategia metodológica para seguir (Maletta, 2009) y desarrollar la argumentación del proceso. El objeto de estudio en este caso fueron las viviendas de adobe, y el fenómeno la vulnerabilidad sísmica de las

mismas. Al considerar este fenómeno como una afectación física de las edificaciones, es necesario estudiarlo tomando como base el territorio, el cual es el resultado de la relación entre medio físico y contexto cultural, en este caso del lugar en el que se edificaron las viviendas.

La vivienda es el resultado de la adaptación del ser humano al territorio mediante el aprovechamiento de los recursos naturales, por ello la importancia de relacionar el medio físico geográfico con la vivienda de adobe es tan pertinente. Estas relaciones que se establecen entre el objeto corporal (la vivienda) y el medio, responden a una lógica, una experiencia próxima como señala Geertz (1983), que se termina transformando en técnica.

Cuando hablamos de arquitectura tradicional, el concepto de técnica evoluciona en tecnología constructiva, que es la base del desarrollo humano materializado en las viviendas. Precisamente ésta es una de las mayores cualidades de estas edificaciones, la adaptación cultural, entendida como la integración y la interacción que hacen los seres humanos en un territorio (Niglio, 2015).

Por ello es necesario acercar la disciplina arquitectónica a su propio contexto, entendido tanto histórica como espacialmente, acercando la misma arquitectura a la historia y la geografía (López Núñez, 2009). Es mediante este acercamiento que los conceptos de cultura y vulnerabilidad sísmica cobran sentido y pueden llegar a ser entendidos correctamente.

Respecto a la vulnerabilidad, ésta permite valorar el riesgo determinado de que un objeto (en este caso la vivienda) sea más o menos susceptible de sufrir daños por un evento sísmico y poder cuantificarlos. La vulnerabilidad no depende únicamente del material de construcción o de cualquier otro parámetro singular, sino que es el resultado y validación de la relación entre diferentes variables, por lo que siempre será multifactorial y necesitará de metodologías que las incorporen para su conocimiento.

Los materiales de construcción cumplen un papel fundamental en las metodologías de análisis, al ser uno de los parámetros a estudiar y cuantificar,

asociando al adobe usualmente los valores más bajos de resistencia mecánica, debido a que como material no cuenta con la capacidad de carga de un tabique recocido o el concreto armado. Sin embargo, la arquitectura vernácula ha desarrollado una serie de estrategias antisísmicas que son difíciles de valorar numéricamente pero que han sido ampliamente documentadas (Jorquera, 2014; Ortega, Vasconcelos y Correia, 2018).

Encontramos un acercamiento a la tipología de construcción de adobe en la metodología aplicada por Preciado (2019) en Tlajomulco, Guadalajara; en el que se simplifica y adapta el método del índice de vulnerabilidad, reduciendo el número de parámetros (Preciado, Ramírez-Gaytán, Santos y Rodríguez, 2020).

A nivel particular, al delimitar una metodología únicamente para arquitectura vernácula, encontramos los trabajos de Ortega, que contemplan los sistemas constructivos de mampostería de piedra, adobe y tapial, entre otros (Ortega, Vasconcelos, Rodrigues, Correia y Da Silva Miranda, 2019).

## ESTRUCTURA METODOLÓGICA

El presente trabajo de investigación centró sus esfuerzos en la localidad presentada, Jojutla de Juárez, en el estado de Morelos. El principal objetivo es comprender y analizar las causas de la vulnerabilidad sísmica y la consecuente pérdida de la arquitectura de tierra en la región; se reunió un equipo interdisciplinar de expertos en un esfuerzo conjunto por parte de las facultades de Arquitectura e Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, con la inestimable colaboración de los expertos del Instituto Tecnológico de Zacatepec, que encabezaron las brigadas de salvamento inmediatamente después de los sismos. La limitación de la investigación quedó definida a la localidad de Jojutla debido a la singularidad del caso y a la marcada afectación respecto a los municipios colindantes.

La investigación se enfocó desde tres dimensiones distintas con el fin último de lograr un es-

tudio completo y correlacionar todos los factores implicados, siguiendo la visión holística de Chico Ponce de León (2000), que considera la investigación arquitectónica como una ciencia amplia que puede aprovechar diversas herramientas completas para solucionar los problemas planteados. Las tres vertientes de análisis fueron:

El análisis mediante sistemas de información geográfica para entender las relaciones entre el territorio y la vivienda, y la afectación y zonificación sísmica de las construcciones de Jojutla.

La revisión de los reglamentos constructivos y los planes de gestión de riesgo de la localidad y su correlación con la vulnerabilidad observada por los daños producidos por los sismos.

La caracterización de los materiales de construcción en laboratorio, concretamente los bloques de adobe como elemento base de la arquitectura de tierra.

Los sistemas de información geográfica (SIG) fueron empleados para la zonificación de los daños y así poder establecer patrones comunes en las edificaciones. Los SIG o GIS pueden definirse como “sistemas computacionales que permiten recolectar, almacenar, analizar y reproducir información georreferenciada” (Zhai, Chen y Ouyang, 2019). El uso de estos sistemas cada vez está más estandarizado y es de gran utilidad en todo tipo de trabajos científicos, destacando su reciente uso en investigaciones sobre vulnerabilidad sísmica, que es una de las líneas de interés del presente artículo. En México sobresalen las investigaciones recientes de Salazar y Ferreira (2020), que incorporan esta tecnología para mapear la vulnerabilidad de las edificaciones en distintos escenarios correspondientes a sismos de varias magnitudes. Estas tecnologías también pueden ser empleadas incluso en la representación gráfica en tres dimensiones de mapeos urbanos de riesgo y vulnerabilidad (Misosevic Ilic, Bento y Cattari, 2020).

En cuanto a la revisión de la normativa aplicable al patrimonio, esta metodología ha sido empleada en otros trabajos de investigación sobre contextos patrimoniales, lo cual ayuda a comprender cómo las políticas pueden incidir en

ellos (Paredes Avilés, Flor Granda y De la Cruz Arce, 2020). Otros países de Latinoamérica han identificado problemáticas respecto a la falta de regulación antisísmica de las construcciones de tierra (De Filippi, Pennacchio, Restuccia y Torres, 2020).

Otro de los principales problemas que acrecientan la vulnerabilidad sísmica es el desconocimiento o incumplimiento de las normativas, lo cual deriva en el fenómeno de la autoconstrucción. Galán y Jiménez (2018) relacionan los patrones socioculturales de las localidades con las malas prácticas constructivas y su consecuente deficiente desempeño ante eventos telúricos, como los ocurridos en el año 2016 en Nicaragua.

Respecto a la caracterización de los materiales de construcción, ésta es una disciplina fundamental para la metodología de investigación arquitectónica, al ser los componentes materiales una parte básica de la ciencia de la edificación. Estos ensayos aportan información muy valiosa que permite una mejor comprensión de la arquitectura, y son fundamentales en los estudios patrimoniales. Sin embargo, muchos de estos análisis carecen de un bagaje extenso en la caracterización de los materiales a base de tierra, al contar con escasos o nulos antecedentes de investigación, por ello la pertinencia de ensayar los adobes recolectados en Jojutla.

La recolección de las muestras se efectuó aproximadamente 10 meses después de los eventos sísmicos. Debido a la urgencia y las condiciones singulares por la reconstrucción de la zona, el criterio para la toma de datos consistió en obtener la mayor cantidad de material posible, dadas las circunstancias. Fueron recolectadas 11 muestras de adobes procedentes de viviendas afectadas por los sismos, además de otras muestras procedentes de suelos de la región y zonas de extracción y manufactura de los bloques.

En investigaciones previas de los autores se inquirió acerca de las propiedades de los materiales a partir de trabajo de caracterización, con lo que se lograron resultados sumamente interesantes sobre los adobes de la región, su comportamiento mecánico y sus propiedades físico-químicas

(Sánchez-Calvillo y otros, 2020; Sánchez-Calvillo y otros, 2020).

## DESARROLLO Y RESULTADOS

La localidad de Jojutla mostró una microrregionalización sísmica (véase figura 5), puesto que varias de sus colonias experimentaron mayores daños durante los eventos. Principalmente fueron dos las zonas más afectadas: la colonia Centro, donde se encontraban los principales monumentos y las edificaciones más antiguas; y la colonia Zapata, de mucha más reciente creación, donde la mayoría de sus construcciones son a base de concreto. Ambas sufrieron el colapso de estructuras y la posterior pérdida de numerosos inmuebles.

El estudio geotécnico efectuado en la colonia Zapata concluyó en tres grandes razones para la acentuada vulnerabilidad: 1) malas prácticas constructivas; 2) resistencia insuficiente de los sistemas estructurales; 3) problemas derivados de los sistemas de cimentación (Del Campo Alatorre, Ochoa González y Álvarez Partida, abril 2018).<sup>3</sup> El mismo informe detalla la estratigrafía del terreno, que consta de capas de arcillas intercaladas procedentes de depósitos fluviales y dos horizontes de travertino, características que dificultan la distribución de cargas. Tomando en cuenta que la región de estudio también cuenta con una fuerte tradición en el cultivo y producción de arroz, queda claro que los estratos donde se desplantaron las viviendas y monumentos de Jojutla no fueron los más indicados para la edificación.

3. El Comité de Colonos Emiliano Zapata de Jojutla solicitó este informe técnico al Departamento de Hábitat y Desarrollo de la Universidad ITESO de Guadalajara para obtener los datos de la mecánica de suelos de la colonia, debido al mal desempeño durante el sismo del 19 de septiembre de 2017.

**FIGURA 5**

Regionalización sísmica de Jojutla, Morelos, tras el sismo de Puebla de 2017



Fuente: Brigadas de emergencia, 2017, inédito.

La zonificación por daños en los inmuebles puede verse representada en la figura 6, con la georreferenciación de las viviendas en la imagen satelital de Jojutla según la gravedad simbolizada mediante una semaforización. Pueden observarse las zonas con mayor concentración de daños severos y aquellas que por el contrario sufrieron una menor afectación. La zonificación se elaboró según el reporte de las brigadas de emergencia efectuado entre el 21 de septiembre y el 16 de octubre del año 2017, en el cual se evaluaron los daños de 3,561 inmuebles. Los resultados mostraron que el 39.80% de las construcciones presentaron daños graves tras el sismo, el 52.25% presentó un riesgo bajo asociado a daños leves no estructurales, mientras que el 7.95% restante registró un nivel de riesgo incierto.

Para la realización de los ensayos de caracterización fue necesario el traslado a la localidad para la obtención del material, los trabajos de

**FIGURA 6**

Jojutla de Juárez: zonificación de los inmuebles dañados



Mapa elaborado por A. Sánchez-Calvillo (2020).  
Fuente: Brigadas de emergencia, 2017, inédito.

prospección y el levantamiento fotográfico. La recolección de las muestras se efectuó aproximadamente 10 meses después de los eventos sísmicos, que provocaron grandes daños en todo el patrimonio edificado del municipio. Debido a la urgencia y las condiciones singulares por la reconstrucción de la zona, el criterio para la toma de datos consistió en obtener la mayor cantidad de material posible, dadas las circunstancias. Fueron recolectadas 11 muestras de adobes procedentes de viviendas afectadas por los sismos, además de otras muestras procedentes de suelos de la región y zonas de extracción y manufactura de los bloques.

Como puede observarse en la figura 7, las muestras fueron tomadas en la colonia Centro de Jojutla, una de las más afectadas por el sismo y la más antigua de la localidad, donde se sitúan la gran parte de construcciones monumentales, además de las viviendas tradicionales de adobe. Las muestras fueron etiquetadas, catalogadas y

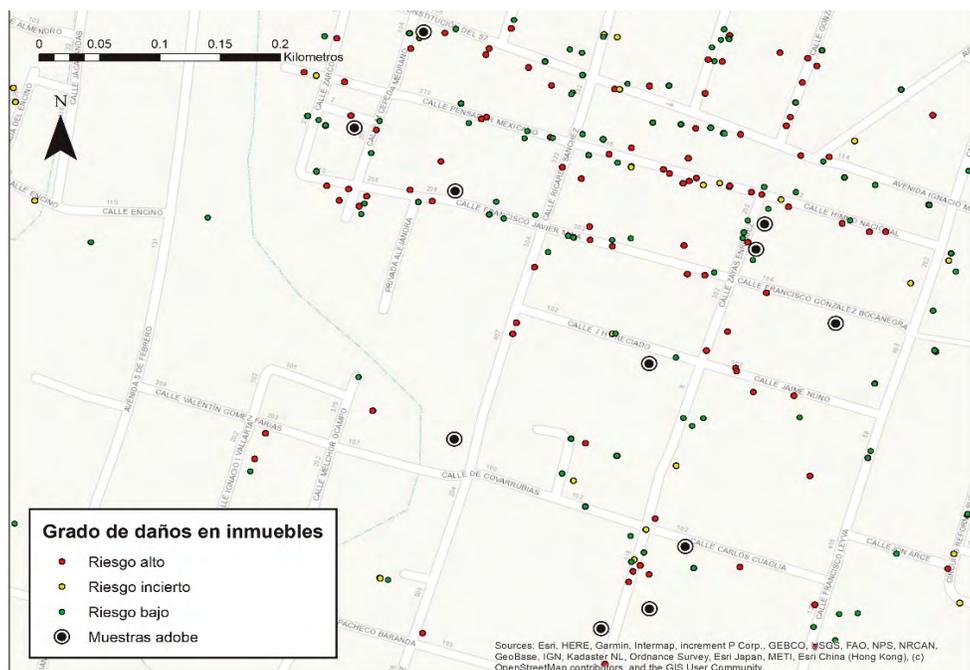
georreferenciadas; para posteriormente ser introducidos estos datos en ArcMap.

Tras el suceso de un sismo, a nivel de observación directa y prospección pueden deducirse características del comportamiento de las estructuras, al tratarse de situaciones no controladas a escala natural. Pueden observarse, medirse, calificar y cuantificar los tipos y modos de falla de las construcciones tras las sollicitaciones dinámicas que implican los movimientos telúricos. Esto es extremadamente útil, ya que permite la planificación, diseño y redacción de nuevas normas para evitar escenarios futuros tan catastróficos para las poblaciones.

Respecto a la regulación de la edificación en Jojutla, la localidad cuenta con un reglamento de construcción publicado el año 2013; el principal criterio del mismo es: “Que la correcta ejecución material de las edificaciones e instalaciones es una obligación social, por lo que se requiere una aplicación técnica altamente calificada, en cuya elección se estima necesaria la intervención de

FIGURA 7

Localidad de Jojutla de Juárez: localización del muestreo de viviendas de adobe afectadas por el sismo y comparativa con la zonificación de daños



Mapa elaborado por A. Sánchez-Calvillo (2020).  
Fuente: Brigadas de emergencia, 2017, inédito.

los profesionales y cámaras relacionados con la construcción” (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2013). Por razones obvias derivadas de la situación de emergencia sufrida en la población tras los eventos sísmicos, varios de los artículos y disposiciones del reglamento fueron incumplidos o pasados por alto; sin embargo, muchos de los artículos fueron vulnerados desde antes de los acontecimientos, lo que propició una situación de desconcierto y desorganización, con graves consecuencias en la población.

**FIGURA 8**

Vivienda severamente dañada tras el sismo con claras modificaciones al sistema constructivo original



Fotografía: A. Sánchez-Calvillo, 2018.

Revisando el artículo 52 del Reglamento de construcción, se establece que ciertas obras no necesitan licencia, como es el caso de los trabajos de resane y aplanados en cualquier tipo de estructura. La incompatibilidad entre los morteros de cemento y los muros de adobe es un factor conocido y documentado; y precisamente esta solución es muy común a nivel global, siempre con la consecuencia de la pérdida de estos aplanados tras periodos cortos de tiempo. Luis Guerrero (2020) documenta que:

[...] la incorporación de sustancias impermeables como “protección superficial” ha demostrado ser muy nociva para las obras realizadas con materiales porosos, como la piedra, el ladrillo, la cal,

la madera y, ante todo, la tierra; su presencia provoca la migración de sales solubles que cristalizan en las superficies de contacto, desarrollando fuerzas mecánicas de separación (Guerrero Baca, 2020: 135).

Este tipo de deterioros en la construcción pudo evidenciarse tras el sismo, que aceleró el proceso de degradación de los materiales y sistemas constructivos de muchas edificaciones, como se aprecia en la figura 9.

**FIGURA 9**

Separación de aplanado de cemento en muro de adobe



Fotografía: A. Sánchez-Calvillo, 2018.

Todas estas alteraciones y deficiencias constructivas fueron determinantes para contribuir a la alta vulnerabilidad sísmica de la localidad; sin embargo, el Reglamento de construcción del municipio contempla el diseño de las estructuras ante sismo, como bien indica el artículo 157: “Acciones a considerar en el diseño. En el diseño de toda estructura deberá tomarse en cuenta los efectos de las cargas muertas, de las cargas vivas, del sismo y del viento, cuando este último sea significativo”.

Sin embargo, en la misma norma existe un vacío legal enormemente importante respecto a los edificios históricos: “No será necesario revisar la seguridad de estructuras construidas antes del presente siglo si no han sufrido daños o inclinaciones significativos siempre que no se hayan modificado sus muros y otros elementos

estructurales ni se hayan incrementado significativamente las cargas originales”. En primer lugar, los aspectos a los que el artículo hace referencia son relativamente complicados de comprobar por alguien que no sea especialista en la materia; además no se maneja ninguna ordenanza para las inspecciones de las mismas.

Por otro lado, no se otorga la protección debida al patrimonio histórico arquitectónico del municipio, lo cual se tradujo en la destrucción de los principales monumentos de la comunidad, como puede apreciarse en la figura 10. Tampoco existen a la fecha programas que incentiven la conservación de los mismos, y los problemas sociales, económicos, demográficos inciden a los propietarios de los inmuebles a heredar a sus descendientes. Los descendientes buscan tener seguridad en su patrimonio y separarlo del núcleo común, lo cual da lugar al fenómeno de la subdivisión de las propiedades, muy común en México; el problema es que estas divisiones de los inmuebles no se regulan en función de la estabilidad estructural ante solicitaciones dinámicas, sino que corresponden a motivos familiares y culturales.

**FIGURA 10**

Destrucción del templo mayor de Jojutla



Fotografía: A. Sánchez-Calvillo, 2018.

Respecto a los planes de gestión de riesgo en la localidad, en el momento del sismo de Puebla de 2017, Jojutla estaba sujeta al Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018, emitido por el Ayuntamiento del municipio, que es el principal plan regulador existente. El documento cuenta con 93 agendas enfocadas en diferentes sectores como la economía, ecología, cultura, educación, etc.

Sin embargo, ninguno de los programas hace referencia a la gestión de riesgos naturales o a la vulnerabilidad de la población (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2016). Igualmente, no aparece ninguna mención a fenómenos naturales catastróficos como los sismos, inundaciones o incendios, que tanto han asolado a la región en los últimos años y que históricamente han tenido un gran impacto en la comunidad.

Anteriormente, en el documento se hacía mención del concepto de culturas sísmicas; al analizar las construcciones de Jojutla y los daños producidos por el sismo, puede afirmarse que en este caso la comunidad olvidó las estrategias ancestrales derivadas de la arquitectura vernácula. En cambio, en las viviendas originales se sustituyeron e incorporaron materiales y sistemas constructivos con una demostrada incompatibilidad respecto a los tradicionales, incrementando la vulnerabilidad sísmica de los edificios.

Algunas de las deficiencias constructivas que se identificaron en Jojutla y que contribuyeron a poner en riesgo las construcciones, fueron: la distribución deficiente de los vanos (puertas y ventanas), la falta de refuerzos estructurales horizontales, la ausencia de sistemas de diafragma entre los muros y la cubierta, muros con espesores insuficientes o reducidos, mala calidad y manufactura de los adobes, irregularidades en planta y en altura, incorporación de elementos no compatibles, entre otros. Todos estos factores han sido identificados en la construcción con tierra a nivel global (Yamín Lacouture, Phillips Bernal, Reyes Ortiz y Ruiz Valencia, 2007; Blondet, Vargas, Tarque e Iwaki, 2011), generando problemas en las edificaciones con la consecuencia última del colapso cuando se producen los sismos.

**FIGURA 11**

Colapso de estructura de adobe en Jojutla



Fotografía: A. Sánchez-Calvillo, 2018.

En cuanto a la caracterización de los adobes, fueron realizados estudios sobre el material dañado. En lo que respecta a los ensayos efectuados a las muestras recogidas, se realizaron pruebas de carácter no destructivo en primer lugar, posteriormente ensayos destructivos para obtener la resistencia mecánica de las piezas, y por último las pruebas de mecánica de suelos.

El análisis granulométrico indicó los porcentajes de material fino (limos y arcillas)<sup>4</sup> presentes en los bloques, quedando comprendidos en un rango de valores 15-40% (véase figura 12), que concuerda con los valores indicativos que establece la literatura sobre arquitectura de tierra (Martins Neves, Borges Faria, Rotondaro, Cevallos Salas y Hoffmann, 2009). La mayoría de muestras de adobe tenían curvas granulométricas parecidas, lo que evidencia un saber-hacer o construir en la región, puesto que no se emplearon cantidades excesivas de arcillas ni arenas o gravas de gran diámetro en la fabricación de los mampuestos.

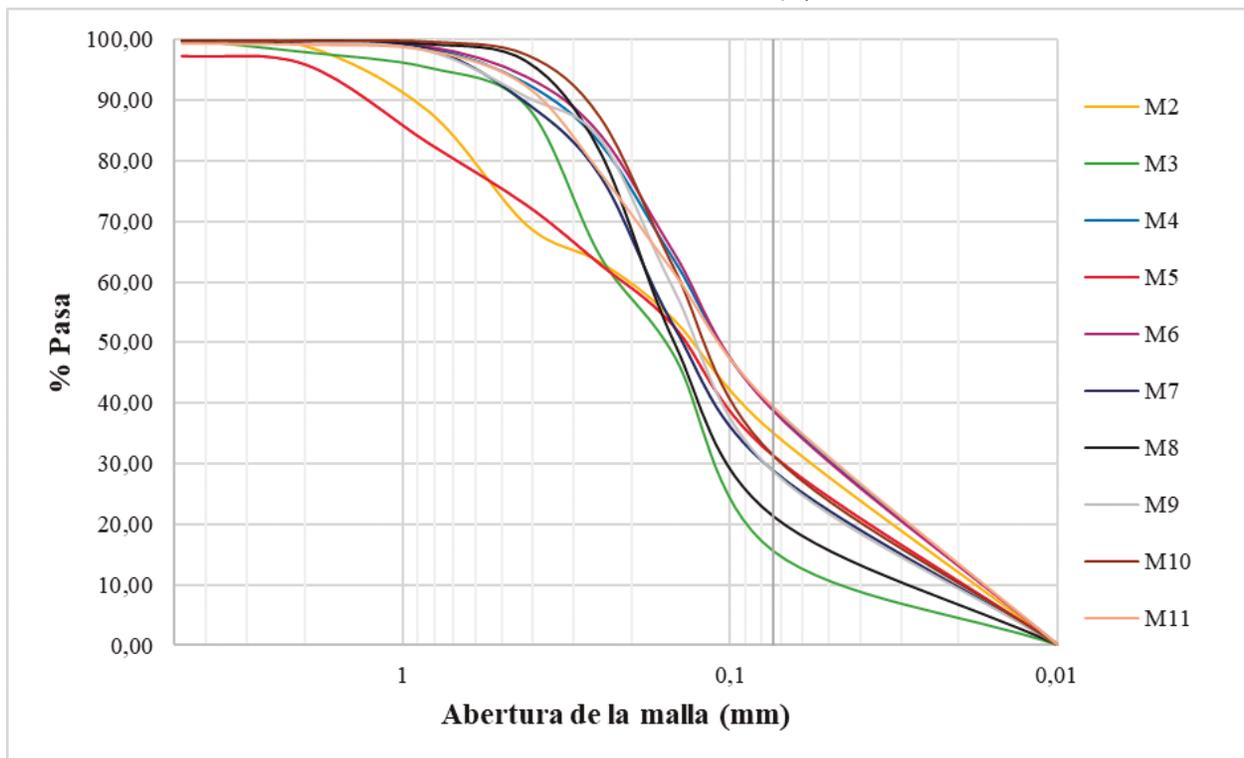
Además, se realizó un trabajo de separación, caracterización y análisis de las fibras vegetales presentes en los adobes, lo cual comprueba que

en muchas de las muestras no se añadió ninguna cantidad de estos materiales, que es una práctica muy común en estos sistemas constructivos (Sánchez-Calvillo y otros, 2020); en este caso sí se presenta un evidenciable síntoma de la pérdida de la tradición constructiva en la localidad, pues al obviarse completamente la adición de fibras a la mezcla se generan graves problemas de fisuración en las piezas y una consecuente disminución de la capacidad mecánica.

Los análisis de microscopía confirmaron que las arcillas presentes en los mampuestos son illitas, arcillas expansivas muy útiles para la construcción, debido a que tienen un comportamiento menos variable que otras arcillas comunes en la edificación en México como son las montmorillonitas; esto se reduce en una mejor presencia ante el contacto con el agua. Estos análisis también indicaron la presencia de material lítico en los adobes, además de estabilizantes y otros agregados (Sánchez-Calvillo y otros, 2020). En la figura 14 puede apreciarse la presencia de calcio en un mapeo estratégico del mismo elemento por microscopía electrónica de barrido con análisis por energía dispersiva (SEM-EDS), lo que confirma el uso de cal como estabilizante en la producción de los adobes de Jojutla. La cal cuenta con un importante e histórico uso en los sistemas constructivos de tierra debido a los cambios beneficiosos que genera tanto inmediatamente como a largo plazo (Navarro Mendoza, Sánchez Calvillo y Alonso Guzmán, 2019), como la mejora de la trabajabilidad y la disminución de los cambios volumétricos de las arcillas, que son algunos de los principales inconvenientes de la tierra como material constructivo.

4. En la mecánica de suelos se hace distinción entre suelos finos, que comprenden los limos y las arcillas, pasando la malla 200, y suelos gruesos, que comprenden las arenas y las gravas.

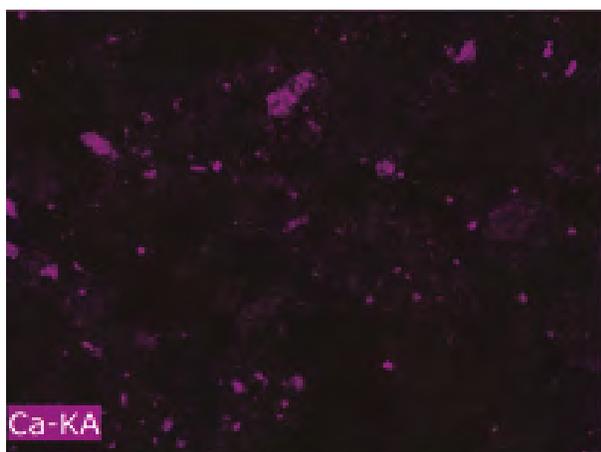
**FIGURA 12**  
Granulometría fina de adobes de Jojutla



Fuente: gráfica elaborada por A. Sánchez-Calvillo (2020).

**FIGURA 13**

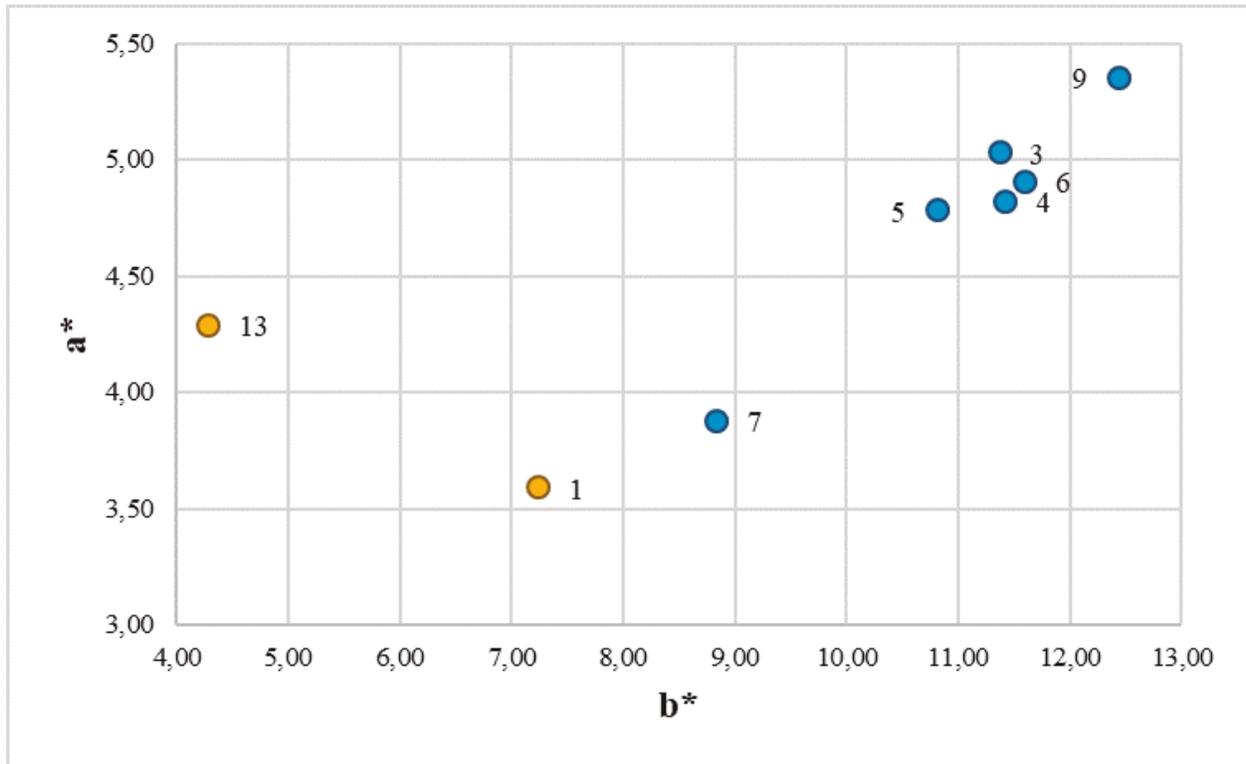
Mapeo estratégico elemental de calcio por microscopía electrónica de barrido con análisis por energía dispersiva (SEM-EDS)



Los resultados de las pruebas de colorimetría permitieron corroborar que los adobes fueron estabilizados mediante la adición de cal, ya que se encontró un cambio cromático claro entre las muestras de suelos inalterados y los bloques de adobe muestreados tras el sismo (Sánchez-Calvillo y otros, 2020), hecho que pudo corroborarse mediante previas investigaciones en las que se estabilizaron arcillas con distintos componentes para observar sus cambios en el color (Martínez y otros, 2018). Los resultados de colorimetría además coincidieron con los de granulometría y límites de Atterberg, ya que confirmaron el cambio de alta a baja plasticidad del material.

**FIGURA 14**

Valores colorimétricos de adobes (azul) y suelos no alterados (amarillo) de Jojutla con base en el sistema CIE



Fuente: Sánchez-Calvillo y otros, 2020.

## CONCLUSIONES

Jojutla de Juárez presentó altos índices de vulnerabilidad ante riesgos de origen natural, resultando en la pérdida del patrimonio edificado tras el sismo de Puebla de 2017, evento que tuvo un enorme impacto en la comunidad en todos los niveles. Pueden identificarse dos problemas principales respecto a la administración del fenómeno: por un lado, la escasez de estudios científicos sobre vulnerabilidad y riesgo ante fenómenos naturales en la región; por otro, la ausencia de planes de gestión de riesgos en el municipio, que son completamente necesarios y deberían haber existido mucho antes de la ocurrencia de los sismos.

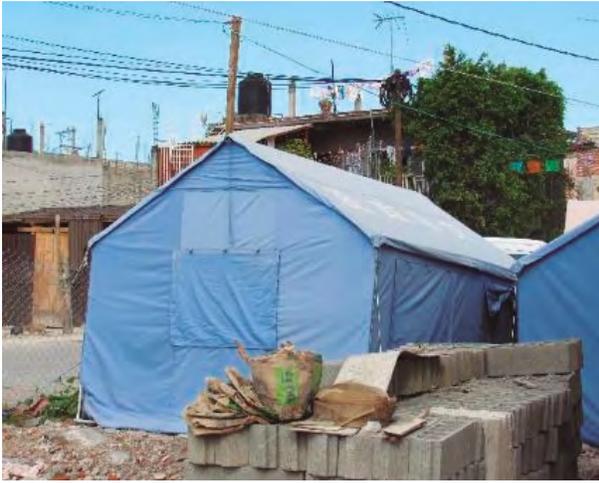
La justificación de trabajos de investigación enfocados en comprender, analizar, cuantificar y en última instancia reducir la vulnerabilidad sísmica de poblaciones propensas a sufrir este tipo de acontecimientos es clara y necesaria. En

los últimos años, en parte debido al suceso de eventos de gran magnitud a nivel mundial y su cobertura mediática, siempre tratada diligentemente por los medios de comunicación debido a su espectacularidad, la investigación referente a estos temas ha crecido por el interés manifiesto de la conservación de la vivienda vernácula y sus implicaciones de construcción sostenible y confort térmico, entre otras ventajas, dando lugar a un aumento en la producción de trabajos académicos, que ha sido notable.

Sin embargo, con gran certeza Blondet (2011) indica que la memoria sísmica funciona a corto plazo, y el riesgo sólo se percibe fuertemente tras los primeros años de la ocurrencia de un evento considerable, tendiendo a delegarse y olvidarse con el paso del tiempo. Un reflejo de la gestión en cuanto al asunto de la vivienda en Jojutla fue la situación que vivieron las familias, que muchos meses después del sismo todavía se alojaban en instalaciones de emergencia (véase figura 15).

**FIGURA 15**

Tienda de salvamento y ayuda humanitaria en Jojutla



Fotografía: A. Sánchez-Calvillo, 2018.

Por estos motivos es necesario reforzar la investigación sobre esta cultura constructiva a todos los niveles, incluyendo expertos de diferentes disciplinas para lograr estudios completos que permitan entender el comportamiento de los edificios de tierra ante movimientos sísmicos, pero a la vez entender la evolución de la arquitectura vernácula y su significación en el desarrollo de los pueblos y su propia identidad.

En cuanto a la ciencia de materiales, queda claro que es necesario reforzar la investigación de los materiales y sistemas constructivos tradicionales, tanto por cuestiones culturales como por el impacto en la sostenibilidad. Muchos ensayos de laboratorio no están normados para la arquitectura de tierra, y los motivos corresponden únicamente a la falta de interés en estudiar estos materiales.

En el presente trabajo se emplearon tanto pruebas de caracterización comunes en el estudio de los materiales de construcción, como otras de carácter novedoso en bloques de adobe, como la colorimetría, que pudo ayudar a corroborar la estabilización de los adobes, cambiando las propiedades plásticas y cromáticas de las arcillas. El resto de pruebas mostradas permitió corroborar la hipótesis además de arrojar interesantes datos sobre la composición, origen y manufacturación

de los bloques. Queda patente que es necesario extender la investigación a nivel material de los sistemas constructivos de tierra, debido a que existe un número aún bajo de publicaciones que aborden la problemática, lo que consecuentemente causa una falta de criterio a la hora de aplicar una metodología en la caracterización de los adobes. En este supuesto, es necesario continuar con estas investigaciones para poder lograr una metodología completa de trabajo para la caracterización de estos sistemas constructivos.

Respecto a la revisión de la normativa existente, cabe destacar que la mayoría de las viviendas de adobe existentes en Jojutla fueron construidas con anterioridad a los sismos de 1985 y de 2017, por lo tanto no se diseñaron con las especificaciones correspondientes. Igualmente, la construcción con tierra en México no está normada y únicamente se cuenta con ciertas recomendaciones difíciles de acceder para los usuarios y constructores no especializados. En las visitas de campo realizadas junto a los expertos del Instituto Tecnológico de Zacatepec pudo observarse una gran alteración de la vivienda tradicional, con la incorporación de sistemas y materiales no compatibles y severas modificaciones de las construcciones originales; aspectos que han sido probados como ineficientes y de riesgo ante solicitaciones sísmicas (Yamín Lacouture, Phillips Bernal, Reyes Ortiz y Ruiz Valencia, 2007; Blondet, Vargas, Tarque e Iwaki, 2011).

A nivel constructivo, y a partir de la observación, prospección, trabajo mediante sistemas de información geográfica y levantamiento fotográfico, pudieron observarse numerosas deficiencias constructivas y malas prácticas en la localidad. Las viviendas con mayor antigüedad sustituyeron parte de los materiales y sistemas tradicionales por nuevos componentes que no fueron bien ejecutados y de los que se conoce una mala compatibilidad con los primeros. Debido a la mala respuesta que experimentaron estos inmuebles alterados, se generó una desconfianza de los usuarios respecto a las técnicas tradicionales como la mampostería de adobe, provocando

su denostación y la reconstrucción de la localidad mediante materiales industrializados.

Otros estudios de la arquitectura vernácula de la región, como los realizados por Ríos Ramírez y Porcayo Victoriano (2019), manifiestan la desaparición de esta arquitectura y de los oficios tradicionales derivados, perdiéndose esta cultura edilicia tan representativa del territorio. Sin embargo, también hacen una revalorización de aquellas localidades del estado de Morelos que han conservado sus viviendas vernáculas y sus modos de vida, manifestando una mejor respuesta a los sismos de 2017. Guerrero Baca (2019) también expone una postura similar, recalcando la subsistencia de edificaciones muy poco alteradas en el mismo estado de Morelos tras el sismo de 2017. A nivel global, en los últimos años se ha extendido una tendencia a recuperar y potenciar estas técnicas entre las comunidades locales (Ortega, Vasconcelos y Correia, 2018), que es una excelente estrategia para el refuerzo sísmico de las edificaciones vernáculas. Sin embargo, sigue siendo necesario destinar esfuerzos a comprender mejor estas construcciones, con un especial énfasis en el análisis de los materiales que conforman esta arquitectura, ya que actualmente son pocos los trabajos de investigación que aborden la problemática con un enfoque integral.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo agradecen el apoyo del Departamento de Posgrado de la Facultad de Arquitectura y a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo por el trabajo conjunto realizado y la gestión del mismo. Igualmente, expresan su gratitud al personal del Laboratorio de Materiales Ing. Luis Silva Ruelas de la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, y a los jóvenes PIC David Preciado Vilcaña y Melissa Ruiz Mendoza, por su soporte técnico en el transcurso de esta investigación.

Al maestro Osvaldo de la Paz Soto Talavera, el maestro Carlos Bustos Mejía, y al Instituto Tecnológico de Zacatepec por su colaboración,

asesoría y hospitalidad durante la estancia en el estado de Morelos.

La investigación no habría sido posible sin el apoyo económico del Conacyt, del Promep/Prodep de la SEP, la Coordinación de Investigación Científica de la UMSNH.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blondet, M. (2011). Mitigation of Seismic Risk on Earthen Buildings. En H. Gökçekus, U. Türker, y J. W. LaMoreaux, *Survival and Sustainability. Environmental Concerns in the 21st Century* (pp. 391-400). Berlín: Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-95991-5>
- Blondet, M., Vargas, J., Tarque, N., e Iwaki, C. (2011, julio-septiembre). Construcción sismorresistente en tierra: La gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú. *Informes de la Construcción*, 63(523): 41-50. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic>
- Chardon, A. C. (2008). Amenaza, vulnerabilidad y sociedades urbanas: Una visión desde la dimensión institucional. *Gestión y Ambiente*, 11(2): 123-135.
- Chico Ponce de León, P. A. (2000). *Transformaciones y evolución de la arquitectura religiosa de Yucatán durante los siglos XVII y XVIII. (La metodología de investigación histórica de la arquitectura y el urbanismo en un caso de estudio)*. Tesis doctoral. Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. (2013). *Reglamento de construcción para el municipio de Jojutla, Morelos*. Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, Dirección General de Legislación. Subdirección de Informática Jurídica. Jojutla de Juárez, México: H. Ayuntamiento Constitucional de Jojutla, Morelos.
- . (2016). *Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018, del Ayuntamiento de Jojutla, Morelos*. Dirección General de Legislación, Subdirección de Jurisprudencia. Jojutla de Juárez, México: Ayuntamiento Constitucional de Jojutla, Morelos.

- Cornerstones Community Partnerships. (2006). *Adobe conservation: A preservation handbook*. Santa Fe, New Mexico: Sunstone Press.
- Costa, C., Cerqueira, Â., Rocha, F., y Velosa, A. (2019). The sustainability of adobe construction: Past to future. *International Journal of Architectural Heritage*, núm. 13, pp. 639-647. doi: <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1459954>
- De Filippi, F., Pennacchio, R., Restuccia, L., y Torres, S. (2020). Towards a sustainable and context-based approach to anti-seismic retrofitting techniques for vernacular adobe buildings in Colombia. *Int. Arch. Photograph. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, núm. XLIV-M-1-2020, pp. 1089-1096. doi: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xliv-m-1-2020-1089-2020>
- Del Campo Alatorre, R. M., Ochoa González, G. H., y Álvarez Partida, F. (2018, abril). *Estudio geotécnico de la colonia Emiliano Zapata, Jojutla, Morelos, tras los daños de los sismos del 19 de septiembre de 2017*. ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara-Departamento de Hábitat y Desarrollo Urbano.
- F. Salazar, L. G., y Ferreira, T. M. (2020). Seismic Vulnerability Assessment of Historic Constructions in the Downtown of Mexico City. *Sustainability*, 12(3). doi: 10.3390/su12031276
- Galán Gaitán, M., y Jiménez Miranda, K. P. (2018). Patrones socioculturales en las prácticas constructivas habitacionales y su influencia en la vulnerabilidad sísmica: Caso de estudio de la localidad Puerto Momotombo, municipio de La Paz Centro, departamento de León, Nicaragua, 2017. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, núm. 3, pp. 47-62. doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.voi3.35>
- Geertz, C. (1983). *Conocimiento local. Ensayos sobre la interpretación de las culturas*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Guerrero Baca, L. F. (2007). La pérdida de la arquitectura de adobe en México. *ICOMOS World Report 2006-2007 on Monuments and Sites in Danger* (pp. 112-114). Altenburg, Alemania: E. Reinhold-Verlag.
- . (2011, junio). Pasado y porvenir de la arquitectura de tapia. *Bitácora Arquitectura*, núm. 22, pp. 6-13. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/fa.14058901p.2011.22.25519>
- . (2019, enero-julio). Comportamiento sísmico de viviendas tradicionales de adobe, situadas en las faldas del volcán Popocatepetl, México. *Gremium*, 6(11): 105-118.
- . (2020). El uso de tierra modelada en la intervención de componentes constructivos de adobe. *Intervención*, 11(22): 133-160. doi: 10.30763//Intervencion.236.v2n22.15.2020
- Heathcote, K. A. (1995). Durability of earthwall buildings. *Construction and Building Materials*, 9(3): 185-189. doi: 10.1016/0950-0618(95)00035-E
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. México: INEGI.
- . (2015). *Encuesta Intercensal 2015*. México: INEGI.
- Jorquera, N. (2014). Culturas sísmicas: Estrategias vernaculares de sismorresistencia del patrimonio arquitectónico chileno. *Arquitecturas del Sur*, XXXII(46): 18-29.
- López Núñez, M. d. (2009). *Los espacios para la producción y la estructuración del territorio en la región de Valladolid. Una interpretación de la concepción del espacio en el Michoacán virreinal*. Tesis de Doctorado en Geografía. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México-División de Estudios de Posgrado-Geografía.
- Maletta, H. (2009). *Epistemología aplicada: Metodología y técnica de la producción científica*. Lima: Universidad del Pacífico/Consortio de Investigación Económica y Social/Centro Peruano de Estudios Sociales-Centro de Investigación.
- Martínez, W., Torres-Acosta, A. A., Alonso-Guzmán, E. M., Chávez, H. L., Lara, C., Bedolla, A., ... y Ruvalcaba, J. L. (2018, mayo-agosto). Colorimetry of clays modified with mineral and organic additives. *Revista ALCONPAT*, 8(2): 163-177.
- Martins Neves, C. M., Borges Faria, O., Rotondaro, R., Cevallos Salas, P., y Hoffmann, M. V. (2009). *Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra (prácticas de campo)*. Proterra.
- Meli Piralla, R. (2018). La ingeniería civil ante los efectos de los sismos de 2017 en los edificios patrimoniales (el equilibrio entre la autenticidad y la seguridad). *Sismos y patrimonio cultural. Testimonios, enseñanza y desafíos, 2017 y 2018* (pp. 62-81). Ciudad de México: Secretaría de Cultura-Dirección General de Publicaciones.
- Misosevic Ilic, J., Bento, R., y Cattari, S. (2020). 3D GIS representation for supporting seismic mitigation policies at urban scale: The case

- study of Lisbon. *Journal of Cultural Heritage*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.04.001>
- Navarro Mendoza, E. G., Sánchez Calvillo, A., y Alonso Guzmán, E. M. (2019). Estabilización de suelos arcillosos con cal para firmes y blocks. En C. Neves, Z. Salcedo Gutiérrez, y O. Borges Faria (ed.), *19º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra* (pp. 284-291). San Salvador, El Salvador: Fundasal/Proterra.
- Niglio, O. (2015). *El valor del patrimonio cultural entre extremo Oriente y extremo Occidente* (1ª edición, vol. Essempi di Valore 4). Roma: ARACNE Editrice.
- Ortega, J., Vasconcelos, G., Rodrigues, H., Correia, M., y Da Silva Miranda, T. F. (2019). Development of a Numerical Tool for the Seismic Vulnerability Assessment of Vernacular Architecture. *Journal of Earthquake Engineering*. doi: <https://doi.org/10.1080/13632469.2019.1657987>
- Ortega, J., Vasconcelos, G., y Correia, M. R. (2018). Seismic-resistant building practices resulting from Local Seismic Culture. En M. R. Correia, P. B. Lourenço, y H. Varum (eds.), *Seismic Retrofitting: Learning from Vernacular Architecture* (pp. 17-22). Londres: Taylor & Francis Group.
- Paredes Avilés, F. L., Flor Granda, M. V., y De la Cruz Arce, G. M. (2020). Pérdida del patrimonio edificado de los Chimbos en la provincia de Bolívar, ciudad de Guaranda, Ecuador. Recomendaciones para su conservación. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, núm. 7, pp. 31-46. doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.voi7.124>
- Preciado, A., Ramírez-Gaytán, A., Santos, J. C., y Rodríguez, O. (2020). Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: The case of Tlajomulco, Mexico. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, núm. 44. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ij-drr.2019.101425>
- Ríos Ramírez, G., y Porcayo Victoriano, C. (2019). Vivienda vernácula: La transformación a través de sistemas constructivos y tipología, Hueyapan, México. En C. Neves, Z. Salcedo Gutiérrez, y O. Borges Faria (ed.), *19º Seminario iberoamericano de arquitectura y construcción con tierra: Conservación sostenible del paisaje, tierra y agua* (pp. 516-521). San Salvador, El Salvador: Fundasal/Proterra.
- Salazar González, G. (2011). Las lecturas del espacio habitable. En G. Salazar González, E. M. Azevedo Salomao, C. R. Ettinger McEnulty, B. Paredes Guerrero, y L. A. Torres Garibay, *Lecturas del espacio habitable* (pp. 7-18). San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Sánchez-Calvillo, A., Alonso-Guzmán, E. M., Ruvalcaba-Sil, J. L., Martínez-Molina, W., Chávez-García, H. L., Bedolla-Arroyo, J. A., ... y Velázquez-Pérez, J. A. (2020). Colorimetry of Clays as a Tool to Identify Soil Materials for Earthen Buildings Restoration. *Key Engineering Materials*, núm. 862, pp. 56-60. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.862.56>
- Sánchez-Calvillo, A., Preciado-Villicaña, D., Navarro-Mendoza, E. G., Alonso-Guzmán, E. M., Chávez-García, H. L., Ruiz-Mendoza, M., y Martínez-Molina, W. (2020). Analysis and characterisation of adobe blocks in Jojutla de Juárez, Mexico. Seismic vulnerability and loss of the earthen architecture after the 2017 Puebla Earthquake. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, núm. XLIV-M-1, pp. 1133-1140. doi: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xliv-m-1-2020-1133-2020>
- Servicio Sismológico Nacional. (2017). *Reporte especial. Sismo de Tehuantepec (2017-09-07 23:49 Mw 8.2)*. UNAM, Grupo de trabajo del Servicio Sismológico Nacional. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- . (2017). *Reporte especial. Sismo del día 19 de septiembre de 2017, Puebla-Morelos (M 7.1)*. UNAM, Grupo de trabajo del Servicio Sismológico Nacional. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Spence, R. (2009). Earthquake Risk Mitigation: The Global Challenge. En A. Tugrul Tankut (ed.), *Earthquakes and Tsunamis. Civil Engineering Disaster Mitigation Activities Implementing Millennium Development Goals* (Vols. Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering, pp. 35-52). Middle East Technical University, Ankara, Turquía: Springer. doi: [10.1007/978-90-481-2399-5](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2399-5)
- Yamín Lacouture, L. E., Phillips Bernal, C., Reyes Ortiz, J. C., y Ruiz Valencia, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*, 20(2): 286-303.

Zhai, Y., Chen, S., y Ouyang, Q. (2019). GIS-Based  
Seismic Hazard Prediction System for Urban

Earthquake Disaster Prevention Planning. *Sus-  
tainability*, núm. 11. doi: 10.3390/su11092620



# Servicios de energía y habitabilidad en los hogares de Sonora, México, ante el Covid-19

## *Energy services and habitability in the homes of Sonora, Mexico, in the face of Covid-19*

Doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.169>

**RIGOBERTO GARCÍA OCHOA**

<https://orcid.org/0000-0001-9379-3473> / [rigo@colef.mx](mailto:rigo@colef.mx)

El Colegio de la Frontera Norte, México

**JOSÉ MANUEL OCHOA DE LA TORRE**

<https://orcid.org/0000-0001-6035-1249> / [josemanuel.ochoa@unison.mx](mailto:josemanuel.ochoa@unison.mx)

Universidad de Sonora, México

Recibido: 22 de diciembre de 2020. Aceptado: 23 de enero de 2021.

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es identificar y caracterizar el escenario de desigualdad en los hogares de Sonora en función de sus niveles de acceso a los servicios de energía y capital económico, para analizar los posibles impactos adversos que puede generar el confinamiento en los hogares por la pandemia del Covid-19. Se aplicó una metodología cuantitativa que incluyó las técnicas de análisis de correspondencias múltiple y análisis clúster k-medias. Los resultados evidencian lo siguiente: aproximadamente la mitad de los hogares de Sonora presentan niveles de acceso bajos o muy bajos; los servicios con menores niveles de acceso son confort térmico, iluminación eficiente, e información y entretenimiento; esta situación afecta los derechos humanos, la cual se magnifica por el confinamiento en los hogares. Ante este escenario, se proponen una serie de acciones que puedan mejorar las condiciones de habitabilidad en los hogares en la etapa post-pandemia.

**Palabras clave:** habitabilidad, análisis de correspondencias, Sonora, Covid-19, servicios de energía.

### ABSTRACT

This paper aims at identifying and characterizing the scenario of inequality in households in Sonora based on their levels of access to energy services and economic capital, to analyzing the possible adverse impacts that confinement in households may generate due to the Covid-19 pandemic. A quantitative methodology was applied, which included the techniques of multiple correspondence analysis and k-means cluster analysis. The results show that: approximately half of the households in Sonora have low access levels; the services with the lowest levels of access are thermal comfort, efficient lighting, and information and entertainment; this situation affects a series of human rights, and that is magnified by home confinement. Given this scenario, some actions are proposed that can improve living conditions in homes in the post-pandemic stage.

**Keywords:** habitability, correspondence analysis, Sonora, Covid-19, energy services.



## INTRODUCCIÓN

Ante la impronta de la pandemia del Covid-19, el hogar se ha convertido en el espacio de confinamiento de las familias. El desconocimiento sobre cómo combatir el virus que causa esta enfermedad ha justificado la aplicación de medidas de control disciplinario y biopolítico como lo son la cuarentena y el distanciamiento social. En el caso de Sonora, entidad federativa situada en la frontera norte de México, el Gobierno estatal emitió la *Declaratoria de emergencia y contingencia sanitaria epidemiológica* conocida con el eslogan “Ante el coronavirus todos jalamos” (Gobierno de Sonora, 2020), con el objetivo de preservar la salud e integridad física de las personas, mantener exclusivamente las actividades económicas esenciales, y atender a la población con mayor vulnerabilidad económica mediante programas asistenciales. Esta reacción inmunitaria hacia la otredad, forzada, pero necesaria, reivindica el papel histórico del hogar como satisfactor de una necesidad humana tan trascendental como lo es la protección al entorno y, también, de manera consustancial, como el espacio donde se realiza el hábito simbólico de habitar (Pallasmaa, 2016). El hogar se caracteriza entonces como categoría intrínsecamente ontológica, por un vínculo indisoluble entre lo humano y el espacio habitado.

Un tema que se vislumbra en Sonora, en esta etapa de confinamiento, tiene que ver con la importancia del uso adecuado de los servicios de energía para la *habitabilidad* de los hogares. La iluminación y el confort térmico al interior de las viviendas; el uso de equipos tales como televisores y computadoras con acceso a Internet para actividades de entretenimiento, información y comunicación; la refrigeración, cocción y preparación de alimentos; la higiene y limpieza por medio del uso de lavadoras y calentadores de agua; son ejemplos de estos servicios que brinda el uso de energía. Estos servicios han sido aún más esenciales para la habitabilidad de los hogares durante el periodo de confinamiento, ya que muchas de las actividades externas que realizan cotidianamente las personas, principalmente en

el contexto del trabajo y escuela, o bien actividades de ocio y entretenimiento, se tienen que hacer en el seno del hogar.

Desde nuestra perspectiva, el estudio de la habitabilidad de los hogares relacionada con los servicios de energía durante la etapa de confinamiento por el Covid-19 se convierte en un problema de investigación relevante para el caso de Sonora, ya que esta medida generará, ineludiblemente, impactos económicos y sociales diferenciados. Los hogares con mejores condiciones de habitabilidad y cuyos integrantes tengan mayor capital económico y social, tendrán un mejor nivel de bienestar y calidad de vida que aquéllos con condiciones más desfavorables. Por otra parte, esta distinción en las condiciones de habitabilidad de los hogares se puede intensificar en la etapa post-pandemia, ya que los ingresos de una proporción de los hogares de Sonora se han reducido significativamente, o incluso eliminado por completo, en función de las condiciones laborales de sus integrantes.

Con base en este problema de investigación, el objetivo de este trabajo es identificar y caracterizar el escenario de distinción entre los hogares de Sonora en función de los niveles de acceso a los servicios de energía y capital económico, para analizar los posibles impactos adversos que puede generar la medida de confinamiento por la pandemia del Covid-19.

El trabajo se estructura de la siguiente manera. Primero presentamos los antecedentes del tema, comentando los principales trabajos que se han realizado en México, y destacando cómo el uso de los servicios de energía implica ejercer a plenitud derechos humanos elevados a rango constitucional. Después explicamos brevemente los principales supuestos teóricos, conceptuales y metodológicos que empleamos en este trabajo. Enseguida presentamos los principales hallazgos sobre las condiciones de habitabilidad de los hogares en Sonora en función del acceso a los servicios de energía. Posteriormente reflexionamos sobre una serie de impactos económicos y sociales que, a raíz de la pandemia del Covid-19, pueden afectar las condiciones actuales de hab-

itabilidad. Por último, presentamos una serie de comentarios finales y conclusiones.

## ANTECEDENTES

Las medidas de cuarentena y distanciamiento social aplicadas por el Gobierno de Sonora, en coordinación con el Gobierno federal, nos llevan ineludiblemente a pensar en la importancia que tienen las condiciones de habitabilidad de los hogares para brindar seguridad, protección y bienestar a las personas. Si hablamos de las condiciones del espacio físico habitado, es decir, de nuestra casa o vivienda, el tipo de materiales de construcción y las condiciones térmicas de sus elementos estructurales (paredes, techo, piso) son fundamentales para brindar seguridad y confort térmico a sus habitantes. Por otra parte, el acceso a los servicios que brinda el consumo de energía, como la refrigeración y cocción de alimentos, iluminación adecuada y eficiente, agua caliente para higiene y limpieza, acceso a Internet para trabajar en red, o el uso de equipos tales como televisión, radio y computadora para actividades de información y entretenimiento, son necesarios para habitar nuestros hogares con un nivel de bienestar mínimamente adecuado. Además, el confinamiento en los hogares por la pandemia del Covid-19 está haciendo necesario que se realicen otro tipo de actividades, como el trabajo en casa o la educación a distancia de los niños y jóvenes que asisten a la escuela. Todas estas actividades que realizamos en el seno del hogar se vinculan directamente con nuestra capacidad de ejercer una serie de derechos humanos, como el derecho a la educación, la alimentación, la salud, la cultura, y la vivienda (Coneval, 2019; Riva Palacio-Lavín, 2012).

En este sentido, cabe destacar que desde 1983 el derecho a una *vivienda digna y decorosa* está incluido en el artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En el plano internacional, México ha ratificado el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales establecidos en la *Declaración*

*Universal de los derechos humanos de Naciones Unidas* de 1948 (Riva Palacio-Lavín, 2012), dentro de los cuales se encuentran precisamente los derechos humanos que acabamos de comentar. Esto significa que el Estado mexicano debe cumplir con las obligaciones que emanan de estos derechos humanos, ya que todo mexicano goza de los derechos reconocidos por la Constitución, así como por los tratados internacionales (Coneval, 2019).

Hay toda una serie de trabajos que han abordado el estudio de la vivienda en México a partir de su reconocimiento como derecho humano. Por ejemplo, Connolly (2006), Rodríguez (2007) y Coulomb (2011) han estudiado el tema de la calidad de la vivienda y, si bien estos autores reconocen que se han logrado avances significativos, sobre todo en lo que refiere a materiales de construcción y el acceso a servicios de agua y electricidad, también señalan que no hay una definición mínimamente aceptable de lo que es una *vivienda digna*, situación que hace difícil conocer si México está alcanzando realmente su objetivo constitucional. Cabe destacar que este tema se vincula directamente con el papel del Estado mexicano como garante del derecho a la vivienda, ya que los trabajos de Schteingart (1989), Puebla (2002), Coulomb y Schteingart (2006), y Coulomb (2007, 2011) dejan ver que el Estado mexicano dejó de ejercer su función de promotor y desarrollador (o productor) de vivienda para convertirse en facilitador de la producción habitacional por parte del sector privado. Este nuevo rol del Estado, de acuerdo con Coulomb (2011), obedeció a un cambio estructural impulsado por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional para reorientar la política económica del mundo en desarrollo, con una visión privatizadora y de reducción del gasto público por parte del Estado (Coulomb, 2011). El punto crítico aquí, desde nuestra perspectiva, es conocer si este cambio de rol del Estado mexicano derivó en una mejor calidad de la vivienda.

En este sentido, destacamos el trabajo de Ponce (2006), en el que se construyó un índice sintético de calidad de la vivienda en localidades urbanas. Tomando una muestra de 10%

de los datos contenidos en el XII Censo General de Población y Vivienda 2000, se construyó un índice con base en tres indicadores: 1) calidad física e instalaciones de la vivienda; 2) calidad en el uso del espacio, y 3) calidad de los servicios con que cuenta la vivienda. De acuerdo con esta propuesta conceptual y metodológica, cerca de 10% de las viviendas en México son de muy mala calidad, 17.7% son malas, 24.7% regulares, y 47.6% buenas. Ante estos resultados, consideramos que es pertinente seguir abordando el tema de la habitabilidad de los hogares para conocer con mayor precisión si el Estado mexicano está cumpliendo efectivamente con su compromiso constitucional.

Al respecto, un trabajo que destaca en México y que se vincula directamente con nuestro tema en cuestión, es el realizado por Ziccardi (2015) en el que se estudia la *habitabilidad* de las viviendas de México. Esta obra destaca por dos puntos principales. El primero es que el estudio de la habitabilidad se hizo tanto a nivel nacional como regional, identificado para ello las regiones de la zona metropolitana de la Ciudad de México, centro, norte y sur. El segundo es que se analizaron las percepciones de los usuarios de viviendas en estas cuatro regiones para conocer el nivel de satisfacción, calificación y opinión sobre la vivienda y su entorno. Esta perspectiva regional, aunada a la visión de reconocer los saberes, opiniones y sentimientos de los usuarios sobre sus viviendas, representa desde nuestro punto de vista un enfoque integral que puede generar conocimiento más preciso sobre las condiciones de habitabilidad en las viviendas de México. Los resultados del trabajo de Ziccardi apuntan a una visión crítica sobre la política de vivienda en México. Si bien reconoce mejores condiciones materiales de la vivienda así como un mayor acceso a diferentes servicios como agua y electricidad, y sobre todo el hecho de que la política de vivienda social en México ha beneficiado a una proporción significativa de la población, esta autora señala que dicha política ha carecido de un enfoque integral que considere a la vivienda como un elemento constitutivo de la ciudad, así

como de una falta de reconocimiento sobre la opinión de las personas respecto a la habitabilidad de sus viviendas.

En cuanto a Sonora, vemos que se ha consolidado una línea de investigación que aborda el estudio de la calidad de la vivienda en función de sus condiciones térmicas, esto a través del diseño arquitectónico bioclimático y medios pasivos de construcción que conducen a una mayor eficiencia energética y a un confort térmico que facilita las condiciones de habitabilidad. Sonora es una entidad que presenta climas cálidos extremos durante los meses de verano, de ahí la relevancia científica que ha adquirido esta línea y que se ha desarrollado en una serie de trabajos, entre los cuales destacan los de Alpuche *et al.* (2010), Marincic *et al.* (2011), Huelsz *et al.* (2011), y Solís *et al.* (2017).

Otra línea de investigación en Sonora es la desarrollada por Corral *et al.* (2011) y Espinoza *et al.* (2014). Estos autores abordan la relación entre habitabilidad de las viviendas y los efectos sociales y psicológicos en sus habitantes. En el caso del primero, encontraron una relación significativa entre ciertas condiciones ambientales de las viviendas y violencia intrafamiliar. En el segundo, los autores encontraron que las condiciones de confort térmico al interior de las viviendas afectaban el bienestar psicológico de sus habitantes exclusivamente durante los meses de verano. Desde nuestra perspectiva, los resultados de estos trabajos son relevantes ya que comprueban que las condiciones de habitabilidad de las viviendas generan efectos sociales y psicológicos en sus habitantes, situación que se puede agravar a partir de los problemas económicos generados por la pandemia del Covid-19, idea que sustenta precisamente este trabajo.

Destacamos también el trabajo de Ochoa y Marincic (2016), en el cual se aborda el estudio de la habitabilidad de las viviendas en climas cálidos extremos. Estos autores señalan que, además de las condiciones estructurales, funcionales y de confort térmico al interior de las viviendas ubicadas en zonas con ese tipo de climas, la habitabilidad responde también a una construcción social

que depende del nivel económico y de los valores culturales de las personas. Una consecuencia de esta situación es que muchas veces los usuarios mejoran las condiciones de habitabilidad en sus viviendas, con un costo económico significativo para ellos; lo cual evidencia que es necesario tomar en cuenta la opinión de los usuarios para mejorar dichas condiciones y trascender la visión meramente economicista que, de acuerdo con estos autores, prevalece en la política de vivienda en México.

En resumen, la breve revisión de literatura que acabamos de presentar responde a la idea de tener un acercamiento al tema de habitabilidad de los hogares. Reconociendo lo valioso de cada uno de estos aportes, consideramos que nuestro trabajo puede generar conocimiento adicional en dos temas específicos, con lo cual se puede fortalecer la línea de habitabilidad en los hogares. El primero es que, desde nuestra perspectiva, la ontología del hogar implica un vínculo indisoluble y consustancial entre el acto de vivir y de satisfacer las necesidades humanas con el acto de habitar un espacio. El segundo y que, de hecho, constituye el núcleo de este trabajo, es destacar que el acceso y el uso de los servicios de energía inherentes al hogar son necesarios para satisfacer las necesidades humanas de sus habitantes.

## MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

### HABITABILIDAD

El tema central que manejamos en este trabajo es la relación entre *servicios de energía y habitabilidad en el hogar*. Desde nuestra visión, como lo acabamos de mencionar, el hogar debe entenderse en su significación ontológica más profunda que implica integrar lo humano con el espacio habitado. En este sentido, vale la pena recordar que la raíz etimológica de hogar nos lleva a la palabra latina *focus*, que significa fuego, lo cual nos remite a la idea de que el hogar se concibió originalmente como el espacio donde las personas se reunían en torno a la hoguera que les brindaba calor y protección, necesidades humanas indis-

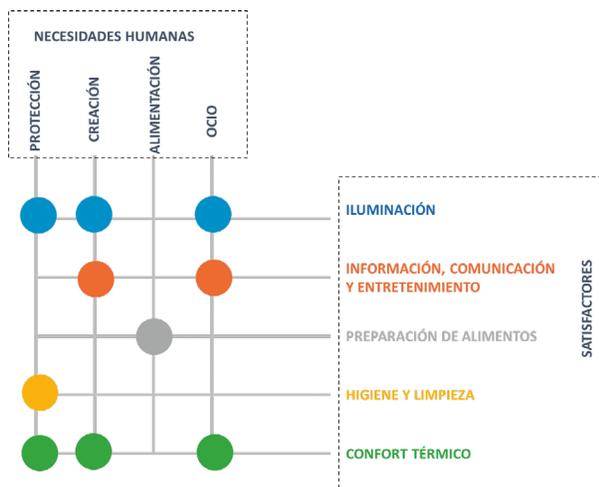
pensables para la vida. El hogar implica entonces ejercer el acto simbólico de habitar un espacio (la casa, la vivienda) que organiza el mundo de quienes viven ahí (Pallasmaa, 2016).

Con esta perspectiva, el marco teórico y metodológico que aplicamos para abordar la relación entre servicios de energía y habitabilidad del hogar se basa en la propuesta de *Desarrollo a escala humana* de Manfred Max-Neef, Antonio Elizalde y Martin Hopenhayn (Max Neef *et al.*, 1993). En la figura 1 se muestra esquemáticamente la adaptación que presentamos de dicho enfoque.

El núcleo teórico y conceptual de este enfoque implica que los servicios de energía son satisfactores relativos en el tiempo y el espacio para una serie de necesidades humanas que son absolutas. Las necesidades humanas que se satisfacen en el contexto del hogar, reiteramos, aquéllas vinculadas con los servicios de energía, son: i) protección; ii) creación; iii) ocio, y iv) alimentación. De acuerdo con Max-Neef *et al.* (1991), las necesidades humanas son absolutas ya que son “finitas, pocas y clasificables” y, además, “son las mismas en todas las culturas y en todos los periodos históricos”. Lo que cambia es la forma en que satisfacemos nuestras necesidades. Es decir, los satisfactores tienen un carácter eminentemente relativo ya que definen la forma, estilo o moda en que una sociedad, en un espacio y tiempo determinado, otorga significado a sus necesidades. Los servicios de energía (satisfactores) que se usan en los hogares para satisfacer las necesidades de sus habitantes son: i) iluminación; ii) información, comunicación y entretenimiento; iii) alimentación; iv) higiene y limpieza, y v) confort térmico. Cada uno de estos satisfactores depende de una serie de equipos o bienes económicos que consumen energía para su funcionamiento.

**FIGURA 1**

Servicios de energía como satisfactores de necesidades humanas



Fuente: elaboración propia.

En resumen, nuestra propuesta conceptual implica que los servicios de energía son satisfactores de necesidades humanas en el contexto del hogar, lo cual se alcanza por medio de bienes económicos, que son equipos, objetos o artefactos que incrementan o reducen la eficiencia de los satisfactores (véase tabla 1). En nuestro caso, los bienes económicos son los equipos que utilizamos en los hogares y que, mediante el uso de energía, brindan los servicios con los que satisfacemos nuestras necesidades.

Debemos aclarar que nuestra propuesta de habitabilidad vinculada a los servicios de energía implica, por definición conceptual y por la realidad de la disponibilidad de información empírica, un cierto nivel de arbitrariedad. Sin embargo, nuestros objetivos se dirigen a tener un primer acercamiento al escenario que existe en Sonora sobre el tema en cuestión.<sup>1</sup> Reconocemos también que nuestra propuesta de habitabilidad no considera el vínculo entre el hogar y su entorno espacial. Es decir, los hogares se encuentran si-

tuados en un entorno espacial mucho más amplio que el microespacio de la vivienda; por ejemplo, colonias, pueblos rurales o ciudades de diverso tamaño. Reconocemos plenamente esta ontología sistémica del hogar; sin embargo, una característica metodológica en el estudio de cualquier sistema es limitar su área de estudio de acuerdo con el problema de investigación, siempre y cuando se identifiquen y se consideren las interrelaciones con su entorno.<sup>2</sup> De esta manera, limitamos nuestra área de estudio al hogar porque planteamos que es necesario repensar su habitabilidad debido a la pandemia del Covid-19, pero reconocemos su interacción con un sistema mayor, que es el pueblo o ciudad donde se localiza.

#### FUENTE DE INFORMACIÓN Y VARIABLES ANALIZADAS

La fuente de información que utilizamos en este trabajo es la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) correspondiente al año 2018 (INEGI, 2019). Los resultados de esta encuesta son representativos a nivel de entidad federativa, de tal forma que tomamos la muestra de 2,077 hogares para el estado de Sonora.

La variable que utilizamos para medir el capital económico es el ingreso corriente *per cápita* trimestral del hogar, y la categorizamos de acuerdo con el decil de ingreso. Siguiendo la metodología propuesta en Coneval (2019), para el cálculo del ingreso corriente del hogar incorporamos las economías de escala y escalas de equivalencia, esto en los casos donde el tamaño de hogar es mayor que uno,<sup>3</sup> y posteriormente calculamos el ingreso *per cápita* y sus respectivos deciles. Para la construcción de los indicadores que miden el acceso a los servicios de energía, utilizamos en

1. Esta propuesta conceptual y metodológica debiera complementarse y corregirse, en trabajos posteriores, con estudios que tomen en cuenta la percepción de las personas sobre las condiciones de habitabilidad en sus hogares para conocer con mayor certeza las diferencias culturales y espaciales en la forma en que los servicios de energía satisfacen las necesidades humanas.

2. Por ejemplo, si estudiamos el acceso a los servicios de energía en una colonia, pueblo o ciudad, podríamos incorporar el tema de la iluminación para el alumbrado público; o bien el servicio de movilidad, incorporando la dimensión de movilidad hogar-trabajo por medios de transporte tales como automóvil privado, transporte público, o algún medio alternativo (no motorizado) como bicicleta o caminar.

3. Al incorporar las economías de escala en los hogares con más de un habitante, las escalas de equivalencia (d) quedaron de la siguiente manera: i) rango de 0 a 5 años, d = 0.70; ii) rango de 6 a 12 años, d = 0.74; iii) rango de 13 a 18 años, d = 0.71; iv) rango de 19 años o más, d = 0.99.

**TABLA 1**  
 Servicios de energía y umbrales de satisfacción de necesidades humanas

SERVICIO DE ENERGÍA	SATISFACCIÓN DE NECESIDADES HUMANAS	BIENES ECONÓMICOS
<b>Iluminación</b>	Contar con un nivel de iluminación adecuado al interior de la vivienda, es un requisito necesario para llevar a cabo las actividades cotidianas cuando no se cuenta con iluminación natural. La privación de este servicio de energía incrementa la posibilidad de trastornos visuales y cefalalgias, así como una serie de problemas ergonómicos al interior de las viviendas que pueden causar accidentes (Evans, 2001; Küller, et al. 2006; Tonello, 2008; Wall y Crosbie, 2009). Este servicio satisface las necesidades de "protección", "creación" y "ocio".	1. Focos incandescentes y focos fluorescentes ahorradores
<b>Información, comunicación y entretenimiento</b>	El uso de televisores y computadoras conectadas a la red de internet satisfacen las necesidades de "creación" y "ocio", y contribuyen a un mejor nivel de vida ya que mejora la comunicación familiar y se facilita el acceso a información, cultura y conocimiento.	1. Televisor 2. Computadora 3. Acceso a internet
<b>Preparación de alimentos</b>	La "alimentación" es una necesidad vital para la vida. Refrigerar, cocinar y preparar los alimentos son actividades cotidianas en el seno del hogar	1. Estufa a. Gas b. Eléctrica c. Leña con chimenea 2. Refrigerador eficiente 3. Licuadora 4. Tostador de pan 5. Microondas
<b>Higiene y limpieza</b>	Servicio de energía necesario para la higiene y limpieza de los habitantes del hogar, actividades que contribuyen al bienestar físico de las personas, con lo cual se satisface la necesidad de "protección"	1. Calentador de agua a. Gas b. Eléctrico (o regadera) c. Solar 2. Lavadora eficiente 3. Plancha
<b>Confort térmico</b>	El servicio de confort térmico se refiere a contar en la vivienda con un sistema de ventilación o aire acondicionado, así como los materiales de construcción adecuados, de acuerdo con el tipo de clima. Es un servicio indispensable para reducir la vulnerabilidad de la población ante climas extremos McMichael, et al. (2003), (WHO-WMO, 2012). Este servicio satisface la necesidad de "protección" y ayuda a satisfacer las necesidades de "creación" y "ocio"	1. Paredes construidas a base de block, tabique de ladrillo, piedra, cantera, cemento o concreto, madera o adobe. 2. Techos construidos a base de losa de concreto, vigueta con bovedilla, teja, o terrado con vigería. 3. Piso construido a base de cemento o firme, madera, mosaico u otro recubrimiento. 4. Ventilador 5. Aire acondicionado o aire lavado

Fuente: elaboración propia.

total 16 variables (véase tabla 2): dos para iluminación; tres para información, comunicación y entretenimiento; tres para alimentos; tres para higiene y limpieza; y cinco para confort térmico. Estas variables pueden tener sólo dos valores: “1” si satisfacen el umbral de necesidades, y “0” si no lo satisfacen. Para conocer si los hogares satisfacen sus necesidades vinculadas a los servicios de energía, calculamos los indicadores por medio de una suma simple de los valores de cada variable, e hicimos después un análisis descriptivo de las frecuencias obtenidas para clasificar cada indicador en cuatro categorías o niveles de acceso, que denominamos: i) “muy bajo”; ii) “bajo”; iii) “medio”, y iv) “adecuado”. Sólo en el caso del servicio de iluminación, por las frecuencias obtenidas en la suma de sus dos indicadores, tuvimos que agrupar dichos resultados en tres categorías: i) “bajo”; ii) “medio”, y iii) “adecuado”.

En la tabla 3 se resumen los resultados correspondientes a la frecuencia de los hogares de Sonora en las diferentes categorías de las variables consideradas. En términos generales vemos que el servicio de iluminación es el que presenta los valores más altos en la categoría *adecuado* (55.6%), seguido del servicio alimentación (48.4%) y, de hecho, estos dos servicios son los únicos en los cuales la mayoría de los hogares se ubican en esta categoría, ya que en el resto la mayoría se ubican en la categoría *medio*. Si consideramos sólo a las categorías *adecuado* y *medio*, que son las que agrupan a los hogares con mejores niveles de acceso, encontramos los siguientes resultados: iluminación (97.3%), alimentación (87.4%), información, comunicación y entretenimiento (82.4%), confort térmico (78.6%) higiene y limpieza (71.1%).

**TABLA 2 (CONTINÚA)**  
Variables incluidas en el análisis

SERVICIO DE ENERGÍA	INDICADOR SERVICIOS DE ENERGÍA	UMBRAL DE SATISFACCIÓN DE NECESIDADES O PERTENENCIA A LA CATEGORÍA
Iluminación	1. Densidad de focos	Al menos un foco por cuarto en la vivienda
	2. Iluminación eficiente	Al menos 90% de los focos de la vivienda son ahorradores
Información, comunicación y entretenimiento	1. Televisión	Contar al menos con un televisor
	2. Internet	Contar al menos con una computadora con acceso a internet
	3. Celular	Contar al menos con un teléfono celular
Alimentación	1. Cocción de alimentos	Contar con estufa de gas o eléctrica, o estufa de leña con ( chimenea
	2. Refrigeración de alimentos	Contar con refrigerador modelo 2006 en adelante (cumple con la NOM-015-ENER-1997 o la NOM-015-ENER-2012)
	3. Preparación de alimentos	Contar al menos con dos de los siguientes equipos: licuadora, tostador de pan y horno microondas
Higiene y limpieza	1. Agua caliente	Contar con calentador de agua de gas o eléctrico
	2. Lavadora	Contar con lavadora modelo 2006 en adelante
	3. Plancha	Contar al menos con una plancha

**TABLA 2 (CONTINUACIÓN)**  
Variables incluidas en el análisis

Confort térmico	1. Espacio habitable (pisos)	Paredes construidas a base de block, tabique de ladrillo, piedra, cantera, cemento o concreto, madera o adobe.
	2. Espacio habitable (techo)	Techos construidos a base de losa de concreto, vigueta con bovedilla, teja, o terrado con vigería.
	3. Espacio habitable (paredes)	Piso construido a base de cemento o firme, madera, mosaico u otro recubrimiento
	4. Ventilación	Contar al menos con un ventilador por cada dos habitantes en el hogar
	5. Aire acondicionado	Contar al menos con un equipo de aire acondicionado (portátil, ventana, central, aire lavado, minisplit o inverter
Capital económico	1. Decil I Ingreso corriente per cápita trimestral	Hasta \$5,029.67
	2. Decil II Ingreso corriente per cápita trimestral	\$5,063.43 hasta \$ 6,876.32
	3. Decil III Ingreso corriente per cápita trimestral	\$6,882.91 hasta \$ 8,672.43
	4. Decil IV Ingreso corriente per cápita trimestral	\$ 8,725.12 hasta \$ 10,649.52
	5. Decil V Ingreso corriente per cápita trimestral	\$ 10,649.62 hasta \$ 13,007.21
	6. Decil VI Ingreso corriente per cápita trimestral	\$ 13,007.43 hasta \$ 16,028.31
	7. Decil VII Ingreso corriente per cápita trimestral	\$ 16,029.91 hasta \$ 19,923.94
	8. Decil VIII Ingreso corriente per cápita trimestral	\$ 19,951.97 hasta \$ 25,848.55
	9. Decil IX Ingreso corriente per cápita trimestral	\$ 25,906.85 hasta \$ 32,274.35
	10. Decil X Ingreso corriente per cápita trimestral	\$ 32,383.01 hasta \$ 383,606.55

Fuente: elaboración propia.

**TABLA 3**  
Distribución de hogares en las categorías de las variables analizadas

Servicio de energía	Acceso				
		Muy bajo	Bajo	Medio	Adecuado
Iluminación	Clave categoría	n.d.	IL1	IL2	IL3
	Viviendas	0	23,689	371,749	494,833
	%	0.0	2.7	41.8	55.6
Información, comunicación y entretenimiento	Clave categoría	E1	E2	E3	E4
	Viviendas	15,736	154,016	531,868	188,651
	%	1.8	17.6	60.8	21.6
Alimentos	Clave categoría	A1	A2	A3	A4
	Viviendas	19,796	109,337	340,083	421,055
	%	2.3	12.6	39.1	48.4

Higiene y limpieza	Clave categoría	HL1	HL2	HL3	HL4
	Viviendas	126,685	220,590	322,024	220,972
	%	16.6	28.9	42.2	28.9
Confort térmico	Clave categoría	CT1	CT2	CT3	CT4
	Viviendas	70,558	175,113	376,159	268,441
	%	8.6	21.4	45.9	32.7

Fuente: elaboración propia.

### ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La hipótesis central de este trabajo es que existe una desigualdad en los hogares de Sonora en función de sus condiciones de habitabilidad vinculadas a los servicios de energía y su capital económico, condiciones que pueden agravarse por

los principales impactos económicos y sociales derivados de la medida de confinamiento para combatir la pandemia del Covid-19. Esto significa que dichos impactos afectarán a todos los hogares, independientemente de su capital económico, aunque obviamente con diferente intensidad. Para analizar el escenario de desigualdad al que hacemos referencia, aplicaremos dos métodos de estadística multivariante.

El primero es el método de análisis de correspondencias múltiple (ACM), técnica de análisis multivariante que pertenece a la denominada escuela francesa de análisis de datos desarrollada por Jean Paul Benzécri (Baranger y Niño, 2009; Husson *et al.*, 2017). Una de las características principales de esta técnica es que ofrece una representación gráfica del patrón de relaciones entre las categorías de las variables analizadas (niveles de acceso a los servicios de energía), así como de los casos o unidades de análisis (hogares de Sonora). Es decir, el ACM ofrece dos mapas factoriales en planos cartesianos, uno correspondiente a las categorías de las variables y otro de los casos o unidades de análisis, planos que pueden ser bidimensionales o tridimensionales.<sup>4</sup>

Hay dos pasos principales en estas técnicas. Primero, debemos encontrar las dimensiones o factores con sus respectivos valores propios (*eigenvalues*) ordenados jerárquicamente. El primer valor propio corresponde a la primera dimensión (eje X o abscisas) que explica la mayor parte de la inercia. El segundo corresponde a la segunda dimensión (eje Y u ordenada) que explica una inercia menor a la primera. En caso de que encontremos un tercer valor propio significativo, correspondería a la tercera dimensión (eje Z o cotas).

Como segundo paso, obtenemos los puntajes tanto de las categorías como de los objetos. Estos puntajes corresponden a las coordenadas de su posición geométrica en el mapa factorial, de tal forma que obtendremos una nube de puntos correspondientes a las categorías de las variables, y otra correspondiente a los objetos que repre-

sentan a los hogares de Sonora.<sup>5</sup> Una analogía que podemos hacer en torno al análisis de correspondencias múltiple es que se asemeja a la representación gráfica del resultado de fuerzas gravitacionales que parten del origen del plano factorial o cartesiano, es decir, de la intersección de los ejes de las abscisas y ordenadas (y el eje de las cotas en caso de una tercera dimensión). De hecho, los conceptos de masa e inercia, tomados de la mecánica clásica newtoniana, son esenciales para comprender los resultados de esta técnica de análisis. Estos conceptos provienen de la interpretación que hacemos de la tabla de contingencia original que resume la frecuencia de los casos observados en cada celda de dicha tabla. Al obtener los perfiles de cada fila o columna, al peso de cada perfil (que depende de la suma de los casos en cada fila o columna) lo llamamos masa; mientras que al perfil promedio lo denominamos centroide, que gráficamente corresponde al origen del plano cartesiano. La inercia, por su parte, es igual al estadístico ji-cuadrado ( $\chi^2$ ) entre el total de la tabla que, gráficamente, representa la distancia entre los perfiles de las categorías u objetos y su perfil medio. Si esta inercia o distancia es pequeña, se probaría entonces la hipótesis de homogeneidad (no hay desigualdad), representada gráficamente con una nube de puntos cercana al origen. Por el contrario, mientras mayor sea la inercia, se incrementan las probabilidades de probar la hipótesis alterna de heterogeneidad o diferencia. En el plano factorial que muestra los resultados, esto significa que mientras más cerca del origen se encuentren las categorías de las variables y los casos analizados, la desigualdad es mínima, y mientras más alejados, la desigualdad es mayor. En nuestro caso, la hipótesis que planteamos implica una desigual-

4. Un resultado de cuatro dimensiones implicaría que se pierden las ventajas de esta técnica, ya que sería imposible observar la representación gráfica de los resultados.

5. En el caso de las categorías, el mapa factorial mostrará 26 puntos que representan las 16 categorías de niveles de acceso a los servicios de energía (véase tabla 2), y las 10 categorías correspondientes a los deciles de ingreso; mientras que en el caso de los objetos el mapa mostrará 2,077 puntos, que representan el número de hogares encuestados en la base de datos utilizadas. Obviamente, al aplicar el factor de expansión de dicha base, los resultados son representativos para el total de hogares en la entidad.

dad en los hogares de Sonora en función de sus niveles de habitabilidad y capital económico.

El segundo método es el *análisis de conglomerados k medias*, técnica multivariante que agrupa los objetos o unidades de análisis en conglomerados con dos características principales: se maximiza la homogeneidad interna de cada uno y se maximiza la heterogeneidad entre ellos (Hair *et al.*, 2007). El objetivo de aplicar este método es identificar grupos de hogares con características similares respecto a sus condiciones de habitabilidad relacionadas con el acceso a los servicios de energía. Esta identificación se hará en función de la posición geométrica (coordenadas) de cada objeto (hogar) en el mapa factorial obtenido mediante el análisis de correspondencias múltiple. De esta manera, cada grupo o conglomerado identificado presentará entonces dos características principales: 1) internamente, sus niveles de acceso a los servicios de energía serán lo más parecidos posibles; 2) externamente o, entre cada grupo, sus niveles de acceso serán lo más diferente posible. El criterio para identificar a estos grupos o conglomerados serán sus coordenadas de posición en el mapa factorial de los casos u hogares. Al identificar a los grupos o conglomerados de hogares, podremos analizar comparativamente los principales impactos que puede generar la pandemia del Covid-19 a las condiciones de habitabilidad de los hogares relacionadas con el acceso a los servicios de energía.

## RESULTADOS

### DESIGUALDAD SOCIAL EN EL ACCESO A SERVICIOS DE ENERGÍA DEL HOGAR

En la tabla 4 se resumen los resultados encontrados mediante la aplicación del análisis de correspondencias múltiple, los cuales muestran el patrón de relaciones entre las categorías de las seis variables analizadas, cinco correspondientes a servicios de energía y una al capital económico de los hogares. Al respecto, encontramos tres dimensiones que explican 86.0% de la varianza

total.<sup>6</sup> La primera dimensión (eje de las abscisas o “x”), con un valor propio o *eigenvalue* igual a “2.5”, explica 41.4% de la varianza. La segunda (eje de las ordenadas o “y”), con un valor propio de “1.3” explica por su parte 32.9% de la varianza. La tercera dimensión, con un valor propio de 1.1, explica 19.1% de la varianza.

**TABLA 4**

Resumen del modelo de análisis de correspondencias múltiple

Dimensión	Alfa de Cronbach	Valores propios (Eigenvalue)	Inercia	Varianza (%)
1 (X)	0.717	2.485	0.414	41.423
2 (Y)	0.415	1.529	0.255	25.485
3 (Z)	0.154	1.147	0.191	19.115
Total		5.161	0.860	86.023

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2019).

Al analizar estos resultados en el mapa factorial con las nubes de puntos que muestran la ubicación geométrica de cada una de las categorías en las seis variables analizadas, así como de los casos u hogares, encontramos una clara relación entre ingreso y acceso a los servicios de energía. En el caso de las dos primeras dimensiones (véanse figuras 2 y 3), que reiteramos son las que explican la mayor proporción de la varianza, vemos que la nube de puntos adquirió la forma conocida como “efecto Guttman” o “efecto herradura” (Husson, 2017: 120), lo cual indica que la primera dimensión discrimina las categorías en orden ascendente de acuerdo con sus valores, y la segunda discrimina las categorías con valores extremos de los valores medios.

En nuestro caso, las categorías con los niveles de acceso más altos a los servicios de energía se encuentran a la izquierda del origen (véase figura 2), siguiendo un patrón con valores que se incrementan gradualmente hasta alcanzar los valores

6. Como se observa en la tabla 4, la varianza corresponde a la inercia expresada en porcentajes.

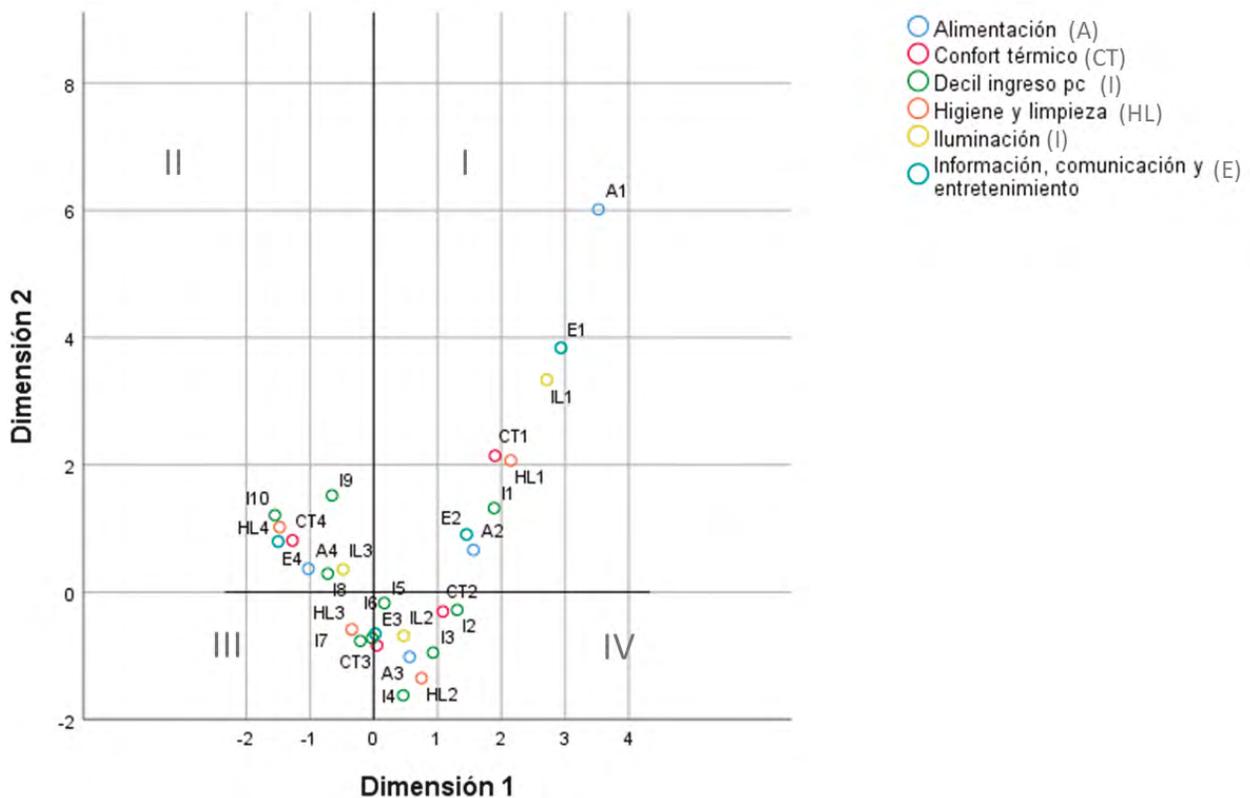
más positivos a la derecha, que corresponde a los niveles de acceso más bajos. La segunda dimensión, por su parte, discrimina las categorías con valores extremos (tanto altos como bajos) de los valores medios. Es decir, las categorías con los niveles de acceso más bajos y altos se ubican por encima del origen, mientras que las categorías con los valores medios se encuentran por debajo del origen.

Esta nube de puntos correspondiente a las categorías de las variables analizadas en las primeras dos dimensiones revela un claro patrón de desigualdad en los niveles de acceso a los servicios de energía. En la parte superior derecha, justo en el primer cuadrante, vemos varios puntos cercanos que corresponden a las categorías más bajas de las seis variables analizadas. Al extremo se encuentran las categorías que corresponden a los niveles de acceso “muy bajo” de los servicios alimentación (A1), información y entretenimiento

(E1), e iluminación (IL1); después higiene y limpieza (HL1), confort térmico (CT1) y el primer decil de ingreso (I1); terminando después con niveles de acceso bajo en los servicios información y entretenimiento (E2) y alimentación (A2). Siguiendo este patrón nos dirigimos al cuarto cuadrante, en el cual se ubican principalmente las categorías que representan los niveles de acceso bajo y medio de los servicios iluminación (IL2), del segundo al quinto decil de ingreso (I2, I3, I4 e I5), información y entretenimiento (E3), alimentación (A3), higiene y limpieza (HL2), y confort térmico (CT2 y CT3). En el tercer cuadrante, por su parte, vemos categorías con niveles de acceso medio del servicio higiene y limpieza (HL3) y los deciles de ingreso sexto y séptimo (I6 e I7). El patrón termina en el segundo cuadrante, donde se ubican los niveles de acceso adecuado (mejores niveles) de todos los servicios de energía (IL4,

FIGURA 2

Mapa factorial de categorías. Primera y segunda dimensión



Fuente: elaboración propia.

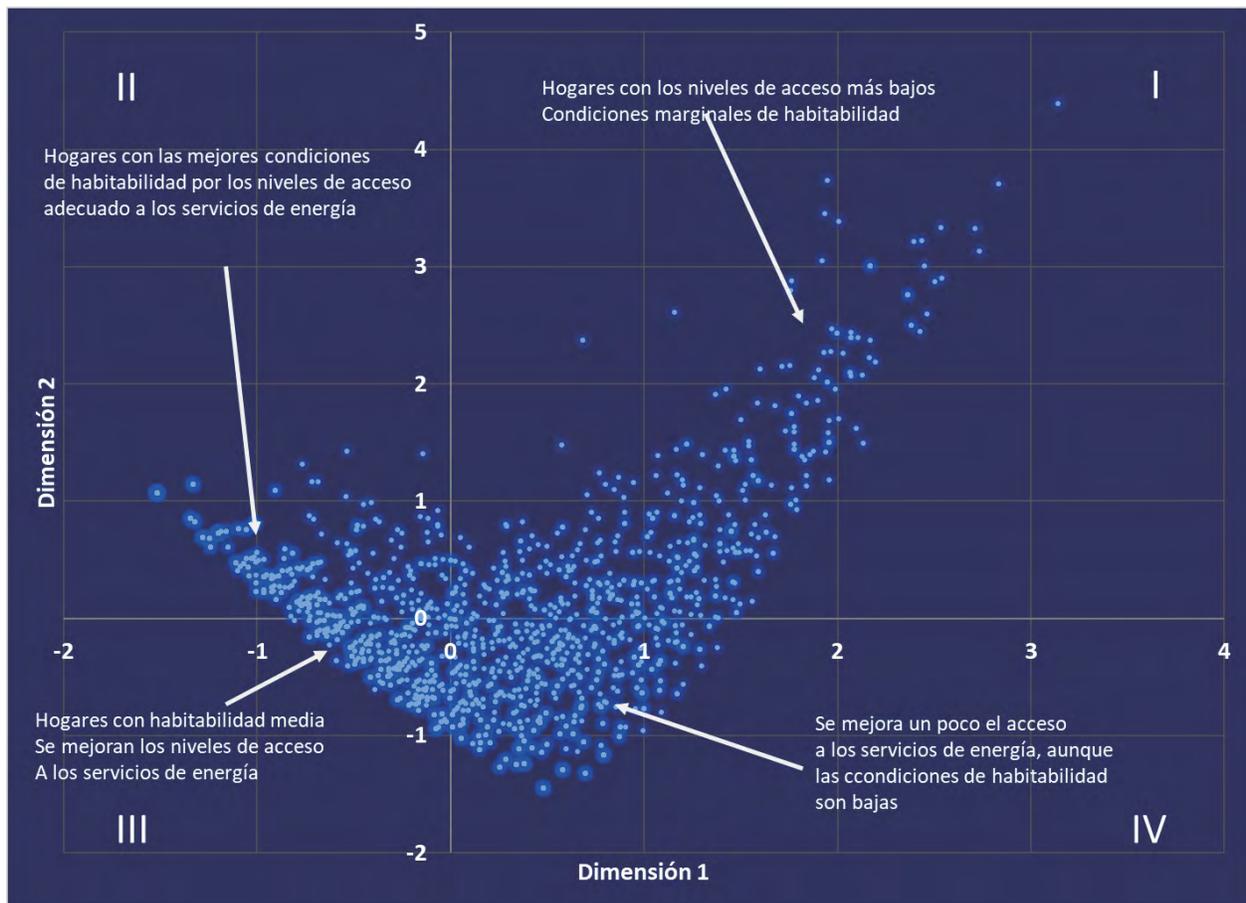
E4, A4, HL4 y CT4) y los deciles de ingreso más altos (I8, I9 e I10).

La figura 3 muestra por su parte la ubicación geométrica de los casos u hogares de Sonora, los cuales concuerdan, como lo señalamos en la sección de metodología, con el patrón de diferenciación que identificamos y acabamos de comentar respecto a las categorías de las variables. Vemos en el primer cuadrante a los hogares con las condiciones marginales de acceso a los servicios de energía, siguiendo en el cuarto cuadrante los hogares con niveles de acceso bajo, después en el tercer cuadrante están aquéllos con niveles de acceso medios, y terminando en el segundo cuadrante con los hogares con mejores condiciones de acceso a los servicios de energía.

Como lo comentamos anteriormente, encontramos que la tercera dimensión (eje de cotas o “Z”) tiene un poder de explicación de la varianza estadísticamente significativo (19.1%). Al revisar los mapas factoriales (véanse figuras 4 y 5), vemos que esta dimensión discrimina principalmente las categorías A1 y A2 del servicio alimentación; CT1 y CT2 de confort térmico;<sup>7</sup> los deciles de ingreso primero (I1), sexto (I6) y octavo (I8)

7. Nótese que en la figura 4 el eje de las cotas o eje “Z” muestra cómo la tercera dimensión discrimina de manera adicional estas categorías. Por ejemplo, las categorías A1 y CT1 están al extremo de la parte superior del origen en esta dimensión, mientras que las categorías A2 y CT2 se encuentran al extremo de la parte inferior. Lo mismo sucede con los deciles de ingreso sexto y octavo (I6 y I8) que se encuentran en la parte superior del origen, los cuales se diferencian del resto de deciles.

**FIGURA 3**  
Mapa factorial de casos. Primera y segunda dimensión



Fuente: elaboración propia.

del resto de deciles; la categoría HL3 del resto en el servicio higiene y limpieza; y la categoría IL1 del resto en servicio de iluminación.

Cuando observamos los puntos cercanos en el mapa factorial, destaca en el primer cuadrante la cercanía entre las categorías con los niveles muy bajos en los servicios alimentación (A1), confort térmico (CT1) y el primer decil de ingreso (I1). En el segundo cuadrante se acercan los puntos correspondientes a los deciles sexto y octavo (I6 e I8) con el servicio de higiene y limpieza medio (HL3). En el cuarto cuadrante, por su parte, los deciles de ingreso tercero y quinto (I3 e I5) con el nivel bajo de confort térmico (CT2); así como los niveles muy bajos en higiene y limpieza, e información, comunicación y entretenimiento (HL1 y E1).

La nube de puntos de la figura 5, por su parte, muestra el patrón de relaciones de los casos

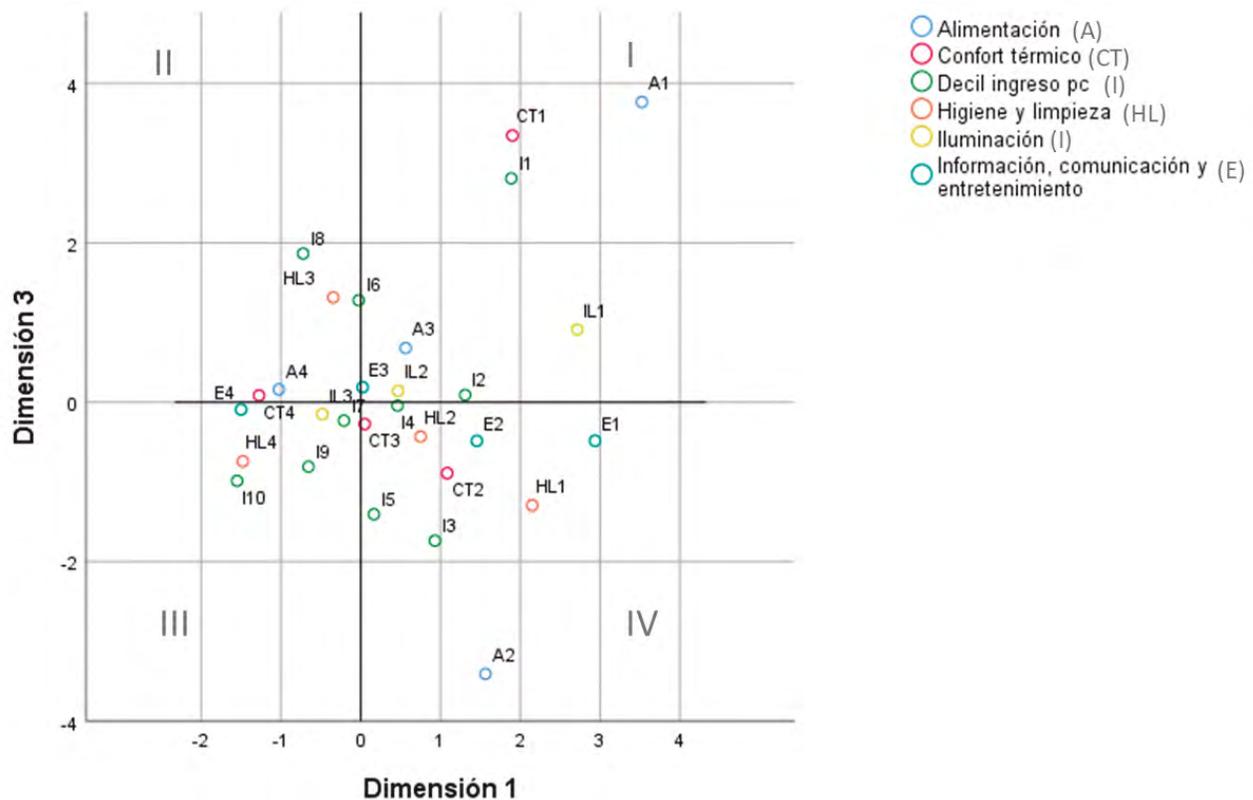
u hogares entre estas dimensiones (primera y tercera), comprobando que siguen el patrón que acabamos de comentar en las categorías de las variables.

El escenario que acabamos de describir evidencia claramente que hay una distinción en los hogares de Sonora en función del acceso a los servicios de energía. Esta distinción tiene implicaciones sociales importantes ya que el uso de estos servicios es necesario para satisfacer necesidades humanas e implica ejercer a plenitud los derechos económicos, sociales y culturales vinculados a la habitabilidad de los hogares, derechos que como lo mencionamos en su momento están plenamente establecidos en la Constitución Política del país.

En este sentido y para conocer con mayor precisión el escenario de desigualdad que hemos encontrado, aplicamos un *análisis clúster k medias*

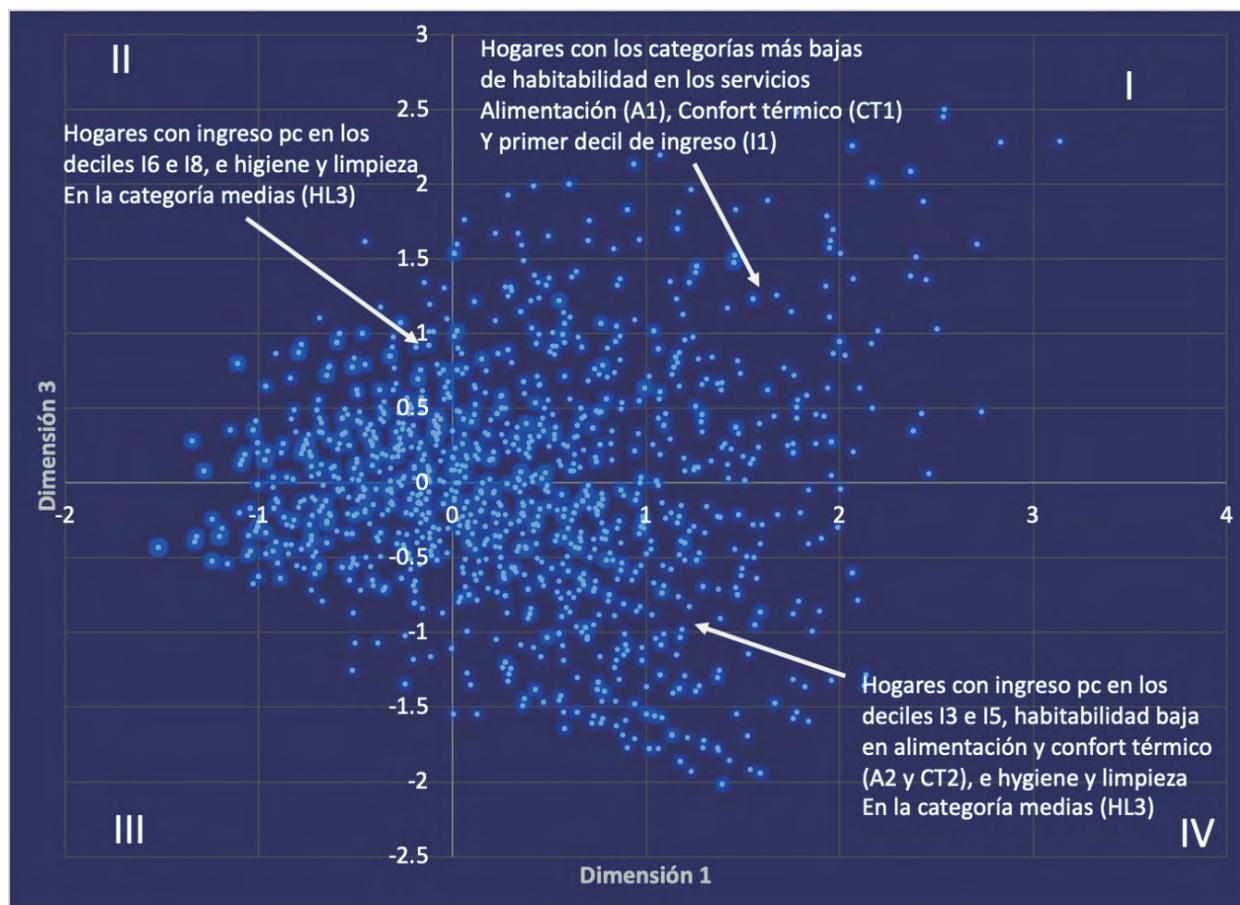
**FIGURA 4**

Mapa factorial de categorías. Primera y tercera dimensión



Fuente: elaboración propia.

**FIGURA 5**  
Mapa factorial de casos. Primera y tercera dimensión



Fuente: elaboración propia.

con el objetivo de identificar y caracterizar a los hogares en función de sus condiciones de habitabilidad relacionadas con el acceso a los servicios de energía. Esta clasificación responde directamente a la posición geométrica de cada hogar en los mapas factoriales que acabamos de explicar (figuras 3 y 5), lo cual significa que mientras más cercanos se encuentren ubicados los hogares en el plano tridimensional, más similares serán en sus niveles de acceso. Por el contrario, mientras más lejanos se encuentren, más diferentes serán.

Los resultados muestran que identificamos 14 grupos de hogares que reagrupamos en cuatro divisiones que describimos a continuación (véase tabla 5).<sup>8</sup> La figura 6 muestra por su parte los

valores de acceso correspondientes a cada uno de los 16 bienes económicos o equipos con los cuales se satisfacen las necesidades humanas vinculadas a los servicios de energía, resultados que nos ayudarán a comprender con mayor detalle las diferencias entre cada grupo de hogares.<sup>9</sup>

a las seis variables analizadas. Por ejemplo, el clúster 10 presenta un valor igual a “5.55” en el decil de ingreso, lo cual significa que los hogares que pertenecen a dicho clúster tienen un ingreso *per cápita* promedio que se ubica entre los deciles de ingreso cuarto y quinto. Otro ejemplo es el clúster 14 que presenta un valor de “3.67” en el servicio confort térmico y, al estar muy cercano al valor 4 (nivel de acceso adecuado), sabemos que los hogares que pertenecen a este clúster tienen en su mayoría los niveles de acceso más altos a dicho servicio de energía.

9. Por ejemplo, podemos conocer las diferencias en los niveles de acceso a los bienes “televisión” e “Internet” en el servicio información, comunicación y entretenimiento; o bien entre los bienes “ventilador”, “aire acondicionado”, “material de pisos”, “material de techo”, y “material de paredes” en el servicio confort térmico.

8. Los resultados que se muestran en la tabla 5 corresponden a los valores promedio de las categorías correspondientes

Cinco grupos de hogares (G1 a G5) presentan los niveles de acceso más bajos en todos los servicios de energía. Un total de 45,202 hogares, que representan 5.1% del total en el estado, integran estos grupos.

Cinco grupos de hogares (G6 a G10), que en conjunto se conforman por 370,976 hogares, 41.7% del total, presentan niveles de acceso bajo. Al compararlo con los grupos anteriores, vemos que en estos casos se mejoran significativamente los materiales de construcción de la vivienda (principalmente paredes y pisos), la densidad de focos, la comunicación con teléfonos celulares, el combustible para cocinar y, en menor medida, el uso de refrigeradores eficientes.

Dos grupos (G11 y G12) constituidos por 241,309 hogares, 27.1% del total, tienen niveles de acceso medio. Ya en estos dos grupos se observa una mejora significativa respecto a los anteriores; sin embargo, hay carencias importantes en el uso de lámparas ahorradoras para la iluminación eficiente de las viviendas, así como en computadora con acceso a Internet y calentador de agua.

Dos grupos (G13 y G14) presentan niveles de acceso alto a prácticamente todos los servicios de energía, con excepción del uso de computadoras con acceso a Internet. Estos grupos cuentan con 232,784 hogares, 26.1% del total.

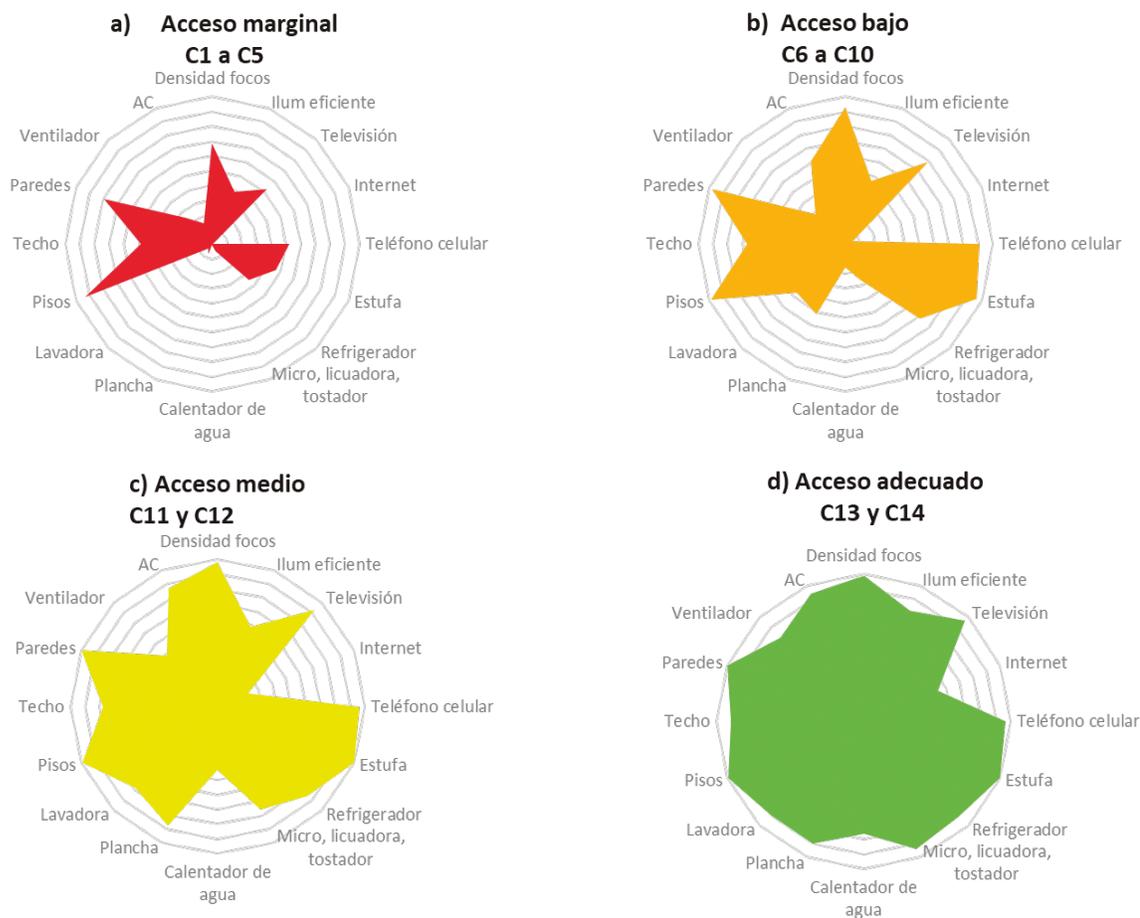
TABLA 5

Conformación de clústeres de hogares en función del acceso a los servicios de energía y su capital económico

CLUSTERS		HOGARES		VARIABLES DE ACCESO A SERVICIOS DE ENERGÍA Y CAPITAL ECONÓMICO					
División	No	Cantidad	Proporción en Entidad	Iluminación	Inf, com y entret	Alimentación	Higiene y limpieza	Confort térmico	Ingreso
Niveles de acceso más bajos en todos los servicios de energía	1	4,285	0.5%	1.94	1.87	1	1.05	1.14	3.43
	2	5,096	0.6%	1.75	1.68	1.32	1	1.84	4.56
	3	7,035	0.8%	2.18	2.46	1.32	1.28	1.43	3.26
	4	19,937	2.2%	2.16	2.22	2.26	1.13	1.78	3.47
	5	8,849	1.0%	2.05	1.66	2.15	1.04	2.04	3.4
Niveles de acceso bajo en todos los servicios de energía	6	59,840	6.7%	2.23	2.53	3.05	2.15	2.25	3.34
	7	136,822	15.4%	2.34	2.97	3.23	2.44	2.82	4.56
	8	30,045	3.4%	2.35	2.79	3.37	2.68	1.29	3.71
	9	98,573	11.1%	2.5	2.81	2.64	1.98	2.63	4.84
	10	45,696	5.1%	2.52	2.24	2.32	1.21	2.68	5.55
Niveles de acceso medio en la mayoría de los servicios de energía	11	142,807	16.0%	2.67	3.14	3.7	3.16	3.13	6.12
	12	98,502	11.1%	2.42	3.07	3.48	2.99	3.13	5.94
Niveles de acceso en la mayoría de los servicios de energía	13	116,240	13.1%	2.77	3.37	3.82	3.25	3.62	7.89
	14	116,544	13.1%	2.84	3.58	3.87	3.86	3.67	8.98

Fuente: elaboración propia.

**FIGURA 6**  
Acceso a servicios de energía por clústeres de hogares



Fuente: elaboración propia.

Estos resultados evidencian, de manera más clara, las condiciones específicas de acceso a los servicios de energía y habitabilidad en cada grupo o clúster de hogares identificados. En resumen, encontramos que sólo 26.1% de los hogares de Sonora presentan niveles de acceso y habitabilidad adecuados, y 27.1% niveles medios, lo cual significa que cerca de la mitad de los hogares de Sonora (46.8% del total) tienen condiciones de habitabilidad bajas o muy bajas. Ante este escenario, nosotros inferimos que la medida de confinamiento en los hogares producirá un uso más intensivo de los diferentes servicios de energía y, como consecuencia, habrá mayores presiones económicas y sociales en los hogares de Sonora.

### COVID-19 Y SU IMPACTO EN LA HABITABILIDAD

Las presiones o impactos económicos y sociales a los que hacemos referencia se derivan principalmente del cierre de las actividades económicas consideradas como no esenciales. Esta situación ha provocado durante los primeros meses de la pandemia la pérdida de miles de empleos en diversos sectores económicos (Bracamonte, Gomis y García, 2020), así como un incremento de la pobreza extrema del país, pasando de 17 al 30% del total de la población (Nájera y Huffman, 2020). Estos impactos crean las condiciones para detonar, en el corto plazo, un escenario adverso en la

habitabilidad de los hogares relacionada con los servicios de energía.<sup>10</sup>

En el caso de Sonora, vemos una clara relación entre los niveles de habitabilidad por acceso a los servicios de energía y las condiciones socioeconómicas de los hogares, escenario que podría empeorar en el corto y mediano plazos (véase figura 7). Al respecto, encontramos 153.4 mil hogares cuyos habitantes han manifestado que en los últimos meses se han quedado por falta de dinero y recursos sin comida y, de este total, 78% tienen un nivel de habitabilidad bajo o muy bajo. Además, los habitantes de 583.3 mil hogares no cuentan con tarjeta de crédito, situación que describe una vulnerabilidad financiera en 57.3%

de los hogares con nivel bajo o muy bajo, y en el restante 42.7% con nivel medio o “adecuado”. En cuanto a la tenencia de la vivienda, aproximadamente 212 mil hogares (24% del total) habitan una vivienda rentada o prestada, de los cuales 57% tienen nivel de habitabilidad bajo o muy bajo, y 43% medio o alto.

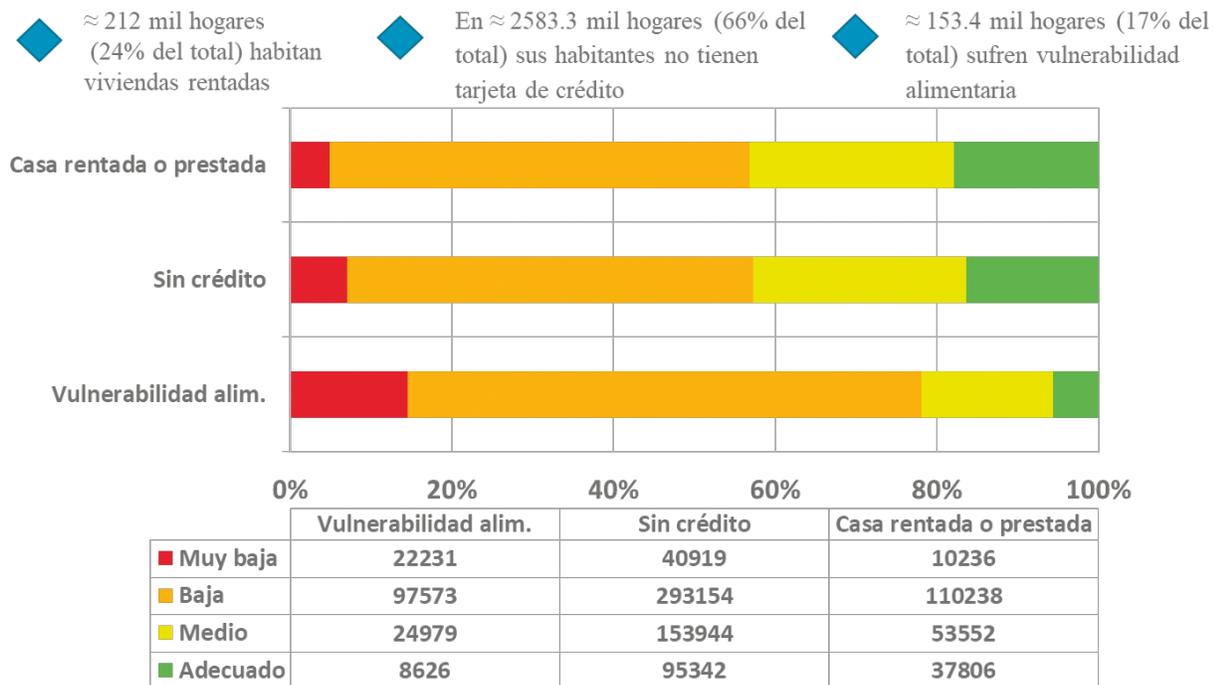
Este escenario evidencia que los impactos económicos y sociales derivados de la pandemia afectarán a todos los hogares de Sonora, pero con mayor fuerza a los hogares con los niveles de habitabilidad más bajos.

*TRANSFERENCIA EXTERNA/INTERNA DE GASTO EN ENERGÍA*

Una consecuencia de la situación que acabamos de describir es que la medida de confinamiento ha creado las condiciones para producir una transferencia del gasto en energía de las empresas hacia los hogares, ya que ahora la mayoría de los trabajadores y estudiantes tienen que realizar sus actividades en sus hogares. Si el ingreso

10. En esta sección hemos asignado un criterio de semaforización a los clústeres de hogares identificados en la sección anterior. El color rojo para los clústeres clasificados con los niveles de acceso más bajos (C1 a C5); naranja para los clústeres con nivel bajo (C6 a C10); amarillo para aquellos con nivel medio (C11 y C 12); y verde para los que presentaron los niveles más altos (C13 y C14).

**FIGURA 7**  
Habitabilidad y condiciones económicas y sociales de los hogares



Fuente: elaboración propia.

económico se reduce o elimina por completo, se reduce también la capacidad de pagar la energía necesaria para usar los diferentes servicios de energía, afectando así los derechos humanos de las personas que se encuentran en esa situación.

Nuestros resultados indican que hay una desigualdad sustantiva en el gasto *per cápita* de electricidad y gas en los hogares de Sonora de acuerdo con su nivel de habitabilidad (véase figura 8). El tema clave aquí es que la situación se complica más si consideramos que, al estar las personas confinadas la mayor parte del tiempo en los hogares, se tendrá que pagar la energía adicional que se consume por el uso más intensivo de esos servicios. Esta situación afectará de alguna forma a todos los hogares, independientemente del estatus laboral de los perceptores de ingreso o del nivel de habitabilidad, ya que se tendrá que pagar por la energía adicional. Vale la pena hacer aquí dos aclaraciones.

La primera es que la medida de confinamiento ha producido también una externalidad positiva al reducir el gasto en combustible para la movilidad hogar-trabajo u hogar-escuela, principal-

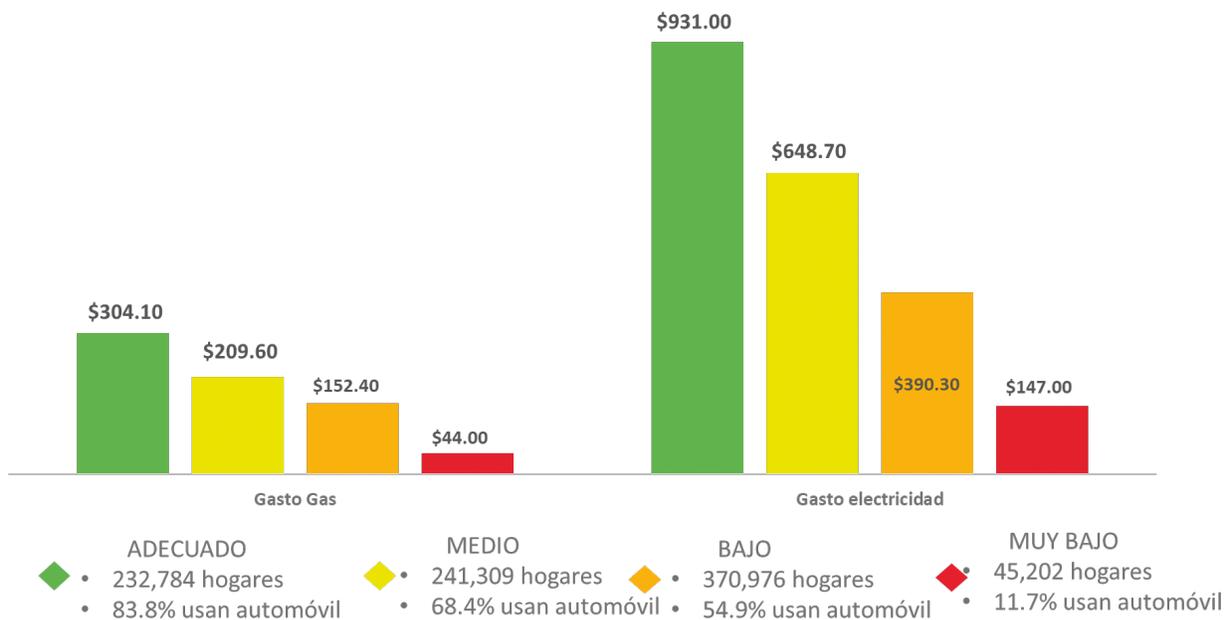
mente en aquellos hogares que usan automóvil privado. Esta externalidad, sin embargo, beneficia principalmente a los hogares con niveles de habitabilidad medio y adecuado, ya que la mayoría de sus habitantes cuentan con automóvil privado. La segunda es que debemos considerar que los beneficios de esta externalidad desaparecen en los casos donde los perceptores de ingreso hayan perdido el empleo, o disminuyen en los casos que se haya disminuido el ingreso por el hecho de no laborar en los lugares de trabajo.

#### BRECHA DIGITAL

Uno de los resultados que desde nuestra perspectiva evidencia un problema social relevante para el caso de Sonora, es el bajo nivel de acceso al servicio de información, comunicación y entretenimiento, específicamente la disposición de computadoras con acceso a Internet, esto incluso en el grupo de hogares con los mejores niveles de habitabilidad (véase figura 9). Esta brecha digital en los hogares de Sonora afecta a los habitantes que tengan que hacer trabajo en casa y, de manera especial, a los jóvenes y menores de edad

**FIGURA 8**

Gasto trimestral *per cápita* de electricidad y gas por nivel de habitabilidad



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2019).

que asisten a la escuela ya que, para cumplir con las tareas encomendadas y en muchos casos para asistir a clases virtuales, es necesario tener acceso a Internet.

Como vemos, en Sonora hay una brecha digital significativa que afecta las condiciones de habitabilidad de los hogares. En total hay 353 mil hogares con menores de edad, de los cuales sólo 22% tienen computadoras con acceso a Internet.<sup>11</sup> La brecha digital de los jóvenes y menores de Sonora es un tema complejo que debiere estudiarse en profundidad, ya que supera por mucho el mero tema de acceso a Internet y computadoras. La educación virtual requiere de una estrategia pedagógica integral en la que participen maestros, alumnos y padres de familia, por lo cual cabría preguntarse sobre el impacto real en la educación de los alumnos, sobre todo si consideramos que la estrategia de educación virtual tuvo que implementarse sin planeación previa durante la segunda mitad del primer semestre de 2020.

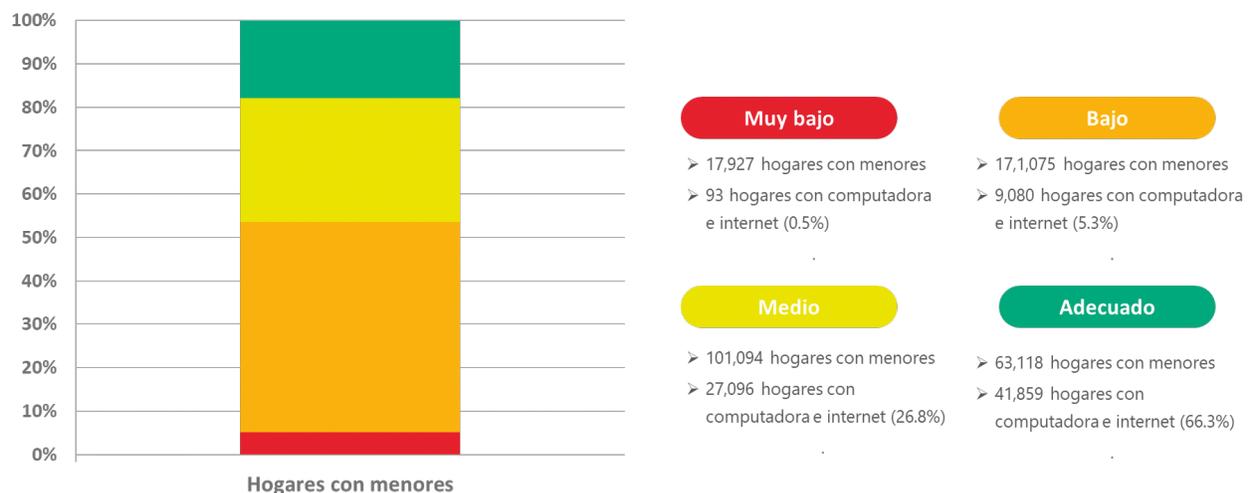
11. Esta brecha afecta de manera especial a los menores de edad que asisten a escuelas públicas, ya que de acuerdo con entrevistas y reportes que hicimos para este trabajo, las clases en escuelas públicas se han realizado vía televisión, pero se han reportado innumerables fallas técnicas que, muy probablemente, afectarán el nivel de educación de los menores.

### REPENSAR LA HABITABILIDAD EN LA ETAPA POST-PANDEMIA

El breve análisis que hemos realizado sobre algunos de los posibles impactos que la pandemia del Covid-19 puede generar en las condiciones de habitabilidad de los hogares de Sonora por el acceso a los servicios de energía, nos remite a pensar en estrategias que mejoren este escenario en la etapa post-pandemia. La reactivación económica o, lo que se ha llamado el regreso a la nueva normalidad, tendrá que llevarse a cabo de manera gradual y en condiciones inciertas ya que, de hecho, todavía no sabemos el alcance real del Covid-19. De hecho, se han descubierto al menos dos cepas de este virus y se prevé que pueda seguir mutando (Tang *et al.*, 2020). Además, la Organización Mundial de la Salud advierte que las pandemias de virus desconocidos seguirán apareciendo en el futuro. Ante esta aporía, consideramos que debemos repensar el tema para la etapa post-pandemia, ya que el hogar puede adquirir un rol mucho más activo para la vida de las personas. Es decir, advertimos que la habitabilidad vinculada a los servicios de energía será cada vez más importante para satisfacer las necesidades humanas en nuevos escenarios para el desarrollo económico, social y humano.

FIGURA 9

Acceso a computadoras e Internet en los hogares de Sonora por condición de habitabilidad



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2019).

Desde nuestra perspectiva y, de acuerdo con los resultados obtenidos, encontramos tres posibles líneas de acción que debieran estudiarse con mayor profundidad. La primera es que debemos repensar la habitabilidad de los hogares en su concepción ontológica más amplia, es decir, que vincule el espacio físico o vivienda con la dimensión humana. La habitabilidad, desde esta perspectiva, implica que las personas satisfacen sus necesidades y ejercen sus derechos humanos a plenitud en el seno de los hogares. Esta visión dista mucho de ser una abstracción meramente teórica y conceptual, ya que de hecho tiene profundas implicaciones para el diseño e implementación de políticas públicas concretas. Por ejemplo, en nuestro tema en cuestión esto significa que se supera el enfoque tradicional de considerar el consumo de energía, o el acceso a la electricidad, como los indicadores clave de desarrollo humano o social, para dar paso así a un nuevo enfoque que considera a la energía como un elemento transversal en los distintos factores de las necesidades humanas. Así, más que implementar políticas sectoriales desarticuladas, la habitabilidad requiere de políticas integrales, horizontales y articuladas que busquen satisfacer las necesidades humanas.

La segunda línea de acción deriva del punto anterior. En el caso de Sonora, inferimos que la eficiencia energética y el uso más intensivo de energías renovables son acciones que podrían mejorar el acceso a los servicios más intensivos en uso de energía. Nuestros resultados muestran que todavía hay una proporción significativa de hogares que emplean equipos ineficientes, principalmente focos incandescentes y refrigeradores que no cumplen con normas de eficiencia energética.<sup>12</sup> Por otra parte, la arquitectura bioclimática y el uso de materiales de construcción adecuados a las zonas climáticas de Sonora, son áreas con un gran potencial de desarrollo para mejorar el confort térmico. De acuerdo con INEGI (2018), en las entidades con clima cálido extremo, que es el

caso de Sonora, sólo 12.9% de las viviendas tienen aislamiento en el techo, 2.8% en paredes y 1.6% en ventanas; situación que evidencia el potencial que tiene una medida de este tipo para mejorar la eficiencia energética y confort térmico de las viviendas. En cuanto a las energías renovables, a pesar de que Sonora se localiza en una de las regiones con mayor potencial de energía solar en el mundo (IEA, 2015), sólo 0.7% de los hogares cuentan con calentador solar de agua y cerca de 0.5% tienen paneles fotovoltaicos. De esta manera, consideramos que la implementación de una política de habitabilidad en los hogares de Sonora debiera concebirse con una visión integral de eficiencia energética en viviendas y equipos, y un uso más intensivo de tecnologías para aprovechar la energía solar, lo cual impactaría en una reducción del gasto energético de los hogares y una mejor calidad de vida de sus integrantes.

Por último, uno de los servicios de energía más importantes de las sociedades actuales es el de información, comunicación y entretenimiento, principalmente la dimensión de acceso a computadoras e Internet para trabajar en red. Este servicio de energía ha sido especialmente importante durante la etapa de confinamiento para realizar las actividades de trabajo y estudio en los hogares de Sonora. Nuestros resultados, como lo señalamos en su momento, indican que en Sonora existe una brecha digital significativa que puede aún empeorar por los impactos económicos adversos de la pandemia del Covid-19. Ante esta realidad y, tomando en cuenta que este servicio de energía cobrará aún mayor relevancia como derecho humano en una sociedad donde el conocimiento, la información y la economía en red serán fundamentales para el desarrollo económico y social (Baldwin, 2019), parece evidente que es necesario pensar en estrategias alternativas que reduzcan la brecha digital de Sonora en la etapa post-pandemia.

12. Véase la figura 6, donde se desagregan los niveles de acceso a los servicios de energía medidos por los indicadores.

## CONCLUSIONES

El acceso a los servicios de energía es una condición necesaria para alcanzar una habitabilidad adecuada en los hogares, con lo cual sus habitantes pueden ejercer derechos humanos constitucionalmente establecidos en México. Ejercer a plenitud estos derechos implica mejorar la calidad de vida de las personas y satisfacer las necesidades humanas inherentes al acto de habitar un hogar. La impronta del Covid-19, sin embargo, está generando impactos económicos y sociales que afectarán las condiciones de habitabilidad, situación que reivindica al hogar como el espacio donde se realiza el acto simbólico de habitar, y que satisface la necesidad de protegernos ante un virus que amenaza nuestras vidas.

En el caso de Sonora, encontramos 14 grupos de hogares que reagrupamos a su vez en cuatro niveles. Al respecto, 5.1% de los hogares presentan condiciones de habitabilidad marginales, nivel que denominamos muy bajo; 41.7% en nivel bajo; 27.1% en nivel medio; y 26.1% en nivel adecuado. Ante este escenario, consideramos que es necesario repensar el tema de la habitabilidad que brindan los servicios de energía en los hogares, ya que los impactos económicos y sociales inherentes a la pandemia del Covid-19 afectarán ineludiblemente a los hogares de Sonora.

Repensar este tema implica, desde nuestra perspectiva, considerar tres dimensiones principales. La primera es que, con base en su acepción ontológica original, debemos considerar al hogar en sus dimensiones física y humana, visión que tiene profundas implicaciones en el diseño e implementación de políticas públicas integrales tendientes a mejorar la habitabilidad. La segunda es considerar a la energía como un elemento transversal para satisfacer las necesidades humanas a través del acceso a los diferentes servicios que brinda su uso. La tercera se refiere a la importancia que adquiere reducir la brecha digital para adaptarnos a un entorno donde la economía en red será fundamental para el desarrollo económico, social y humano.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Conacyt por financiar el proyecto *Pobreza energética y cambio climático en la región transfronteriza de México y Estados Unidos* CB-2015-258913-S a través del Fondo Sectorial SEP-Conacyt de Investigación de Ciencia Básica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpuche-Cruz, M. G., Moreno-Freyding, H., Ochoa-de la Torre, J. M., y Marincic-Lovriha, I. (2010). Análisis térmico de viviendas económicas en México utilizando techos verdes. *Estudios sobre Arquitectura y Urbanismo del Desierto*, 3(3): 59-67.
- Baldwin, R. (2019). *The global robotics upheaval: Globalization, robotics, and the future of work*. Oxford: University Press.
- Baranger, D., y Niño, F. (2009). Introducción al análisis de correspondencias. En D. Baranger (coord.), *Construcción y análisis de datos. Introducción al uso de técnicas cuantitativas en lo social* (pp. 97-121). Buenos Aires: Posadas.
- Bracamonte-Sierra, A., Gomis-Hernández, R., y García-Jiménez H. (2020). *Impactos del Covid-19 en las empresas de Sonora*. Seminario virtual. Nogales: El Colegio de la Frontera Norte. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=384&v=ojarfjyymhc&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=384&v=ojarfjyymhc&feature=emb_logo)
- Connolly Dietrichsen, P. (2006). ¿Política de vivienda o política de construcción? En CESOP, *La vivienda en México. Construyendo análisis y propuestas* (pp. 119-134). Ciudad de México: CESOP/Cámara de Diputados-LIX Legislatura.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval). (2019). *Principales retos en el ejercicio del derecho a la vivienda digna y decorosa*. Ciudad de México: Coneval.
- Corral-Verdugo, V., Barrón, M., Cuen, A., y Tappia-Fonllem, C. (2011). Habitabilidad de la vivienda, estrés y violencia familiar. *Psycology*, 2(1): 3-14.
- Coulomb Bosc, R. (2007). El Estado mexicano y el derecho a la vivienda. Alternativas de política. En J. L. Calva Téllez (coord.), *Agenda para el desarrollo. Derechos y políticas sociales* (pp. 255-

- 270). Ciudad de México: UNAM/Miguel Ángel Porrúa.
- . (2011). Evolución reciente y situación actual del derecho a la vivienda. En G. Garza Villarreal y M. Schteingart Garfunkel (coords.), *Desarrollo urbano y regional*, vol. II (pp. 551-584). Ciudad de México: El Colegio de México.
- Coulomb Bosc, R., y Schteingart Garfunkel, M. (Coords.) (2006). *Entre el Estado y el mercado. La vivienda en el México de hoy*. Ciudad de México: UAM Azcapotzalco/Cámara de Diputados/Porrúa.
- Espinoza-Gallego, N. B., González-Lomelí, D., Ochoa-de la Torre, J. M., y Corral-Verdugo, V. (2014). Ambiente térmico y bienestar psicológico en viviendas de interés social en clima cálido seco. *Psicumex*, 4(2): 4-23.
- Evans, G. (2001). Environmental stress and health. En A. Baum, T. Revenson y J. Singer (eds.), *Handbook of health psychology* (pp. 365-385). Nueva Jersey: Erlbaum.
- Gobierno de Sonora. (2020). Decreto por el que la titular del Poder Ejecutivo del Estado de Sonora emite la Declaratoria de Emergencia y Contingencia Sanitaria Epidemiológica y por el que se dictan las medidas urgentes encaminadas a la conservación y mejoramiento de la salud pública general del estado de Sonora y en donde se ordenan diversas acciones para prevenir, controlar, combatir y erradicar la existencia y transmisión del Covid-19. *Boletín Oficial*. Recuperado de: [https://www.sonora.gob.mx/images/documentos/boletin\\_oficial\\_ee25032020.pdf](https://www.sonora.gob.mx/images/documentos/boletin_oficial_ee25032020.pdf)
- Huelsz-Lesbros, G., Ochoa-de la Torre, J. M., Elías-López, P., Gómez-Amador, A., y Figueroa-Castrejón, A. (2011). Uso de sistemas pasivos de climatización en cinco zonas de la República Mexicana. *Memorias del XXXV SNES*, pp. 177-182.
- Husson, F., Lê, S., y Pagés, J. (2017). *Exploratory multivariate analysis by example using R*. Nueva York: CRC Press.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2018). *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares*. Obtenido de: <https://www.inegi.org.mx/programas/encevi/2018/>
- . (2019). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/>
- International Energy Agency (IEA). (2015). *Energy from the desert. Fact sheets and the summary of the research*. Londres: IEA. Recuperado de [https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/Energy\\_from\\_the\\_Desert\\_2015-Brochure\\_\\_\\_Factsheets.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/Energy_from_the_Desert_2015-Brochure___Factsheets.pdf)
- Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., y Tonello, G. (2006). The impact of light and colour on psychological mood: A cross-cultural study of indoor work environments. *Ergonomics*, 49(14): 1496-1507. doi: 10.1080/00140130600858142
- Marincic-Lovriha, I., Ochoa-de la Torre, J. M., Alpuche-Cruz, M. G., Duarte-Aguilar, A., Vargas, L., González-Corrales, I., y Huelsz-Lesbros, G. (2011). La construcción actual de viviendas en Hermosillo y su adecuación al clima por medios pasivos. *Memorias de la XXXV Reunión Nacional de Energía Solar, ANES, Chihuahua, México* (pp. 189-193).
- Max-Neef, M. A., Elizalde Hevia, A., y Hopenhayn, M. (1993). *Desarrollo a escala humana: Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad.
- McMichael, A. J., Campbell-Landrum, D. H., Corvalán, C. F., Ebi, K. L., Githeko, A. K., Sheraga, J. D., y Woodward, A. (Eds.). (2003). *Climate change and human health. Risks and responses*. Ginebra: World Health Organization.
- Nájera-Catalán, H., y Huffman-Espinoza, C. (2020). Estimación del costo de eliminar la pobreza extrema por ingreso en México en tiempos del Covid. *Covid y pobreza*. México: UNAM. <http://www.pued.unam.mx/opencms/difusion/pobreza.html>
- Ochoa de la Torre, J. M., y Marincic Lovriha, I. (2016). La habitabilidad de la vivienda económica en México: Análisis para el clima cálido seco. En C. Rueda Velázquez (coord.), *Apuntes de la vivienda mínima en México* (pp. 149-169). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Pallasmaa Uolevi, J. (2016). *Habitar*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ponce Sernicharo, P. (2006). Construcción de un índice de calidad de la vivienda. En CESOP, *La vivienda en México. Construyendo análisis y propuestas* (pp. 169-186). Ciudad de México: CESOP/Cámara de Diputados-LIX Legislatura.
- Puebla Cadena, C. (2002). *Del intervencionismo estatal a las estrategias facilitadoras. Cambios en*

- la política de vivienda en México (1972-1994)*. Ciudad de México: El Colegio de México.
- Riva Palacio Lavín, A. (2012). *El pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales* (vol. 4). Ciudad de México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- Rodríguez-Velázquez, D. (2007). La anulación del derecho a la vivienda en México. *Revista Trabajo Social*, núm. 16, pp. 14-27.
- Schteingart Garfunkel, M. (1989). *Los productores del espacio habitable. Estado, empresa y sociedad en la Ciudad de México*. Ciudad de México: El Colegio de México.
- Solís-Santamaría, D. D., Robles-Parra, J. M., y Preciado-Rodríguez, J. M. (2017). Sustentabilidad ambiental en la construcción de vivienda en Hermosillo, Sonora. Un enfoque de mercado. UPIICSA. *Investigación Interdisciplinaria*, 3(2): 1-18.
- Tang, X., Wu, C., Li, X., Song, Y., Yao, X., Wu, X., y Cui, J. (2020). *On the origin and continuing evolution of SARS-CoV-2*. *National Science Review*.
- Tonello, G. (2008). Seasonal affective disorder: Lighting research and environmental psychology. *Lighting Research & Technology*, 40(2): 103-110. doi: 10.1177/1477153507083929
- Wall, R., y Crosbie, T. (2009). Potential for reducing electricity demand for lighting in households: An exploratory socio-technical study. *Energy Policy*, 37(3): 1021-1031. doi: 10.1016/j.enpol.2008.10.045
- World Health Organization-World Meteorological Organization (WHO-WMO). (2012). *Atlas of health and climate*. Ginebra: WHO.
- Ziccardi-Contigiani, A. (2015). *Cómo viven los mexicanos. Análisis regional de las condiciones de habitabilidad de la vivienda*. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Jurídicas, Col. Los mexicanos vistos por sí mismos. Los grandes temas nacionales.

# Arquitectura de la vivienda social rural post-Covid

## Exploración teórica y aplicaciones proyectuales de diseño sostenible

### *Post-Covid architectural rural social house*

#### *Theoretical exploration and project applications of sustainable design*

Doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.168>

#### **MARÍA XIMENA MANRIQUE NIÑO**

<https://orcid.org/0000-0001-8878-138X> / [jimena-manrique@unipiloto.edu.co](mailto:jimena-manrique@unipiloto.edu.co)  
Universidad Piloto de Colombia, Colombia

#### **SERGIO ANTONIO PEREA RESTREPO**

<https://orcid.org/0000-0002-6150-3993> / [sergio.arquitecto@gmail.com](mailto:sergio.arquitecto@gmail.com)  
Corporación Universidad de la Costa CUC, Colombia

#### **NELSON IVÁN ERAZO SOLARTE**

<https://orcid.org/0000-0001-5624-9882> / [ivanten10@hotmail.com](mailto:ivanten10@hotmail.com)  
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Recibido: 18 de diciembre de 2020. Aceptado: 21 de abril de 2021.

#### **RESUMEN**

La re-invencción arquitectónica de la vivienda social rural en el paisaje cultural colombiano, en una época en la cual recientemente la sociedad civil se ha enfrentado a una situación latente de emergencia sanitaria ocasionada por la pandemia mundial por Covid-19, es un propósito que plantea la ejecución de acciones estratégicas de parte del Estado y alternativas operativas diseñadas integralmente, propuestas desde los talleres y oficinas que lidera el gremio, desde el ejercicio de la disciplina de la arquitectura y sus profesiones auxiliares. El establecimiento de soluciones proyectuales viables de proyectos de *arquitectura de la vivienda social rural post-covid*, hacen necesario un tratamiento especial de mejoramiento integral sustentable del hábitat, tanto en su componente urbano como rural; en el caso del paisaje cultural rural colombiano, el tiempo de afectación de la pandemia ha revelado las condiciones de insostenibilidad e inhabitabilidad en los prototipos convencionales de vivienda social,

en cuanto a variables que demuestran inseguridad, insalubridad y discomfort.

Con la exploración teórica que se presenta a continuación se reflexiona acerca de principios de diseño sostenible y productivo del paisaje, el hábitat, y la arquitectura de la vivienda social rural en Colombia; dicha reflexión describe y presenta soluciones viables de diseño saludable y auto-suficiente, entre otros atributos, aplicables en el diseño de proyectos de vivienda social rural en diferentes contextos climáticos y culturales; el artículo de reflexión también aprovecha la experiencia de coordinación de la arquitecta María Ximena Manrique Niño del concurso público de ideas para el diseño de prototipos de unidades habitacionales sostenibles y productivas para la ruralidad del D. C., promovido en el año 2018 por la Sociedad Colombiana de Arquitectos seccional Bogotá D. C. y Cundinamarca, y la Secretaría Distrital de Planeación de la Alcaldía Mayor de Bogotá D. C.

Como resultado de esta reflexión, en el artículo se presentan en las conclusiones algunas notas y observaciones finales sobre los alcances



de la aplicación de los principios expuestos en el artículo, para aportar en la “re-inención” de los atributos cualitativos de habitabilidad y sostenibilidad en la vivienda social rural, como alternativa conceptual y estratégica a situaciones de emergencia como la actual pandemia por el virus de Covid-19. El artículo de reflexión que se presenta a continuación es una oportunidad para divulgar los aportes de los resultados de las reflexiones en torno a un enfoque prospectivo de diseño post-Covid en la arquitectura local.

**Palabras clave:** arquitectura post-Covid, vivienda saludable, hábitat rural sostenible.

## ABSTRACT

The architectural re-invention of rural social housing in the Colombian cultural landscape, at a time in which civil society has recently faced a latent health emergency situation caused by the global pandemic by Covid-19, is a purpose that proposes the execution of strategic actions on the part of the State and operative alternatives designed integrally, proposed from the workshops and offices that the union leads, from the exercise of the discipline of architecture and its auxiliary professions. The establishment of viable project solutions for projects of architecture of rural social housing post-Covid, make necessary a special treatment of integral sustainable improvement of the habitat, both in its urban and rural component. In the case of the Colombian rural cultural landscape, the time the pandemic affected has revealed unsustainable and uninhabitable conditions in conventional social housing prototypes, in terms of safety, health and comfort variables.

The theoretical exploration presented below reflects on the principles of sustainable and productive design of the landscape, the habitat, and the architecture of rural social housing in Colombia; said reflection describes and presents viable solutions of healthy and self-sufficient design, among other attributes, applicable in the design of rural social housing projects in different climatic and cultural contexts; the reflection article

also takes advantage of the experience of coordinating the Architect María Ximena Manrique Niño of the public contest of ideas for the design of prototypes of sustainable and productive housing units for the rurality of D. C., promoted in 2018 by the Colombian Society of Sectional Architects Bogotá D. C. and Cundinamarca, and the District Planning Secretariat of the Mayor's Office of Bogotá D. C.

As a result of this reflection, the article presents in the conclusions some notes and final observations on the scope of the application of the principles set out in the article, to contribute in the “re-invention” of the qualitative attributes of habitability and sustainability in rural social housing, as a conceptual and strategic alternative to emergency situations such as the current pandemic due to the Covid-19 virus. The reflection article presented below is an opportunity to disseminate the contributions of the results of the reflections on a prospective approach to post-Covid design in local architecture.

**Keywords:** post-Covid architecture, healthy housing, sustainable rural habitat.

## INTRODUCCIÓN

Los resultados proyectuales del Concurso Público de Ideas para el Diseño de Prototipos de Unidades Habitacionales Sostenibles y Productivas para la Ruralidad del D. C., fueron divulgados a través de la página web oficial de la Secretaría Distrital de Planeación de la Alcaldía de Bogotá D. C., Colombia, el día 21 de febrero de 2019, y se explicaba el cumplimiento de lineamientos que planteaban el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y la incorporación de prácticas sostenibles y estrategias bioclimáticas en el diseño arquitectónico; se menciona que este riguroso proceso tuvo en cuenta la aplicación de criterios de sostenibilidad, adaptabilidad al paisaje, eficiencia productiva y confort térmico de los espacios domésticos; también se planteó la aplicación de tecnologías limpias, sistemas

constructivos para el crecimiento progresivo y sismo-resistencia de la edificación.

La participación de dos de los arquitectos autores del artículo de reflexión, en la coordinación del Concurso Público de Ideas para el Diseño de Prototipos de Unidades Habitacionales Sostenibles y Productivas (Manrique y Perea, 2018-2019) demuestra la intención de aportar en la exploración teórica de un programa de diseño sostenible y productivo del hábitat y la vivienda social rural, observando los resultados del concurso y los atributos de los proyectos que fueron seleccionados, puesto que se convierten en un referente próximo de las soluciones emergentes que surgen en una época histórica en la que se han acelerado los procesos de renovación y revitalización de los entornos vitales de habitabilidad y desarrollo sostenible de la ecología del paisaje y del establecimiento de sustentabilidad de la civilización humana, el componente rural de las ciudades, que

abastecen y sustentan la seguridad alimentaria de los habitantes urbanos.

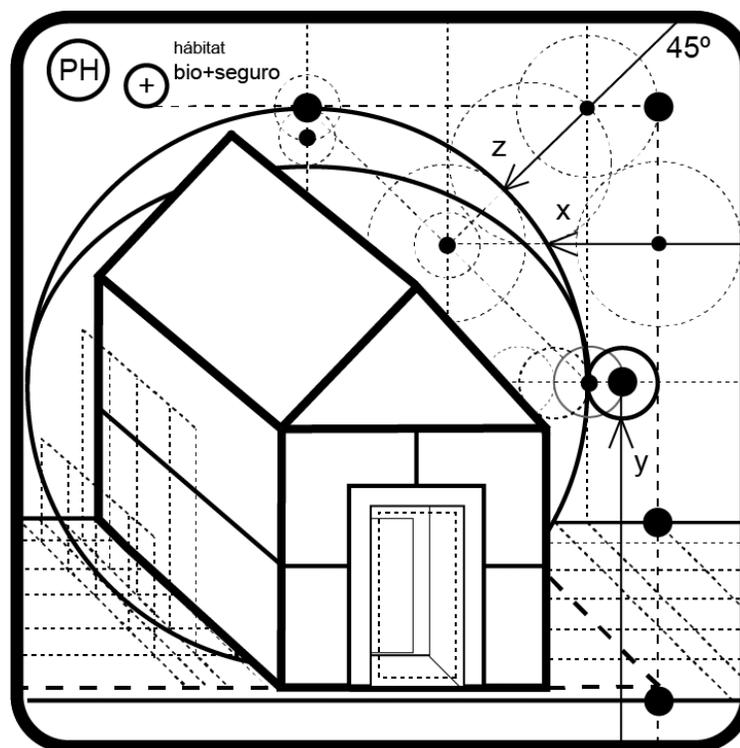
El artículo de reflexión expone su propuesta mediante cinco axiomas: (1) arquitectura rural post-Covid; (2) vivienda social rural biosaludable; (3) unidad habitacional agro ecológica familiar (UHAEF); (4) arquitectura social rural ecoeficiente, y (5) reflexión crítica sobre la vivienda social local.

La axiología del concepto de sostenibilidad en la arquitectura de la vivienda social rural local es expuesta en el artículo, derivando de modo crítico y argumentativo con fundamentos, y principalmente refiriéndose a proyectos de arquitectura que se han seleccionado como referentes análogos de un imaginario emergente de prototipos de unidades habitacionales rurales sustentables, autosuficientes y biosaludables en Colombia y México.

Tema de interés para el gremio de la arquitectura, y en el presente artículo se presentan

**FIGURA 1**

Corema ilustrativo del concepto de espacio habitacional bio+seguro



Fuente: elaboración propia con base en Perea Restrepo, Sergio Antonio. Arq.MA. (2021). Conceptualización infográfica sobre la arquitectura de la vivienda social rural bio+segura. Bogotá, DC.

casos de estudios sobre vivienda rural en México, donde se revisaron las deducciones obtenidas del análisis tipológico y sociológico del hábitat rural para comprender el problema objeto de estudio desde el enfoque ecológico; a partir de la reflexión sobre los aspectos clave en el diseño arquitectónico de la vivienda rural en América Latina, se plantea un debate urgente sobre los futuros cambios en el diseño de la arquitectura de la vivienda y el hábitat campesino en el paisaje rural local, una reflexión pertinente no sólo desde y para la academia; hoy en día son necesarias acciones solidarias y prospectivas en la creación de mecanismos de interdependencia y cooperación entre los habitantes de la ciudad y los habitantes del campo, así también como acciones estratégicas y prospectivas de ordenamiento territorial que aseguren redes logísticas y sistemas de infraestructura sustentables que permitan la sostenibilidad y la seguridad alimentaria a partir de nuevos sistemas de abastecimiento que involucren el establecimiento de aldeas rurales autosuficientes y unidades habitacionales agroecológicas familiares sustentables.

Un modelo sostenible de ocupación del territorio rural, y un prototipo de unidad habitacional productiva y sostenible, deben integrar conceptos de diseño de la arquitectura de la vivienda social rural que superen los convencionalismos para innovar en el diseño inteligente del hábitat rural, en donde se apliquen indicadores de sostenibilidad y habitabilidad para resolver una composición infraestructural eficiente de diseño arquitectónico del espacio doméstico de la vivienda rural campesina, atendiendo indicadores sociales de calidad de vida y de acceso a un hábitat humano sostenible; el espacio doméstico campesino requiere de una re-significación funcional, utilitaria y físico espacial, y una recomposición de la productividad, la bioseguridad y la autosuficiencia de la vivienda en relación con el medio ambiente y al espacio antropizado en el paisaje.

Hoy en día en los procesos de mejoramiento integral de la vivienda social rural los residentes de las viviendas actuales deben resolver la adaptabilidad bioclimática y el confort salutar,

térmico y multisensorial, determinando estrategias de distanciamiento físico espacial y restricciones de accesibilidad para mejorar el sistema de envolventes del sistema arquitectónico de la vivienda para que regule el microclima interno, la descontaminación, la filtración y purificación del ambiente doméstico/productivo en el nuevo prototipo de unidad habitacional campesina. Este tipo de proyectos sustentables de arquitectura de la vivienda rural responden al mejoramiento del consumo bioenergético, se adaptan a determinantes bioclimáticas del paisaje de emplazamiento, y además por determinantes salutaras y restricciones sanitarias, que en el inmediato plazo están representadas en normas y protocolos de bioseguridad, que tendrán que comenzar a resolverse como tratamientos urgentes de mejoramiento integral del hábitat rural, a partir de la aplicación de un enfoque ecológico de planeación y diseño sostenible del hábitat humano en el paisaje rural local.

## **1. ARQUITECTURA RURAL POST-COVID +**

La re-invencción arquitectónica de la vivienda social en el paisaje rural local es un axioma que plantea una revisión de posibles acciones estratégicas sobre la planeación del hábitat rural campesino y su promoción como unidad de planeación paisajística productiva y sostenible; a partir del año 2020 la seguridad alimentaria y la sustentabilidad del hábitat rural serán temas a pensar y conceptualizar en la arquitectura, como oportunidad de respuesta emergente e innovativa, debido a la incidencia de la situación mundial de emergencia por la crisis ocasionada por el coronavirus Covid-19.

Uno de los tantos supuestos de la pandemia mundial es que ha producido un efecto psicoafectivo en la humanidad, que ha determinado el “renacimiento” de una nueva forma de habitabilidad, donde los conceptos de proximidad, distancia, protección, aislamiento, confinamiento, saneamiento, higienización y descontaminación serán recurrentes en los planteamientos

teóricos proyectuales, eso sí en la medida que la misma situación de crisis habitacional y social lo requiera; por lo pronto, los “espacios de bio+seguridad” se han convertido en un concepto tipológico emergente que surge producto de la necesidad de resolver un espacio funcional que permitiera la aplicación de condiciones controladas de microambiente confortable y salubridad atmosférica óptima.

La prospectiva de vida para las nuevas generaciones debe asegurar condiciones de previsión de acciones estratégicas mediante proyectos tácticos (que generen felicidad, salud, confort, protección), que resuelvan los conflictos entre las formas de habitabilidad urbana y rural, problemas sociales producidos por el déficit habitacional y las condiciones de vida de las familias, y grupos sociales que trabajan en la cadena de abastecimiento que sustenta la seguridad alimentaria en las ciudades.

El desarrollo sustentable del hábitat rural local es un proceso que debe integrar la resolución de aspectos de eco+eficiencia material e infraestructural, autosuficiencia energética y bio+productividad del paisaje, en armonía con el medio ambiente y con respeto al ecosistema que comprende el territorio. En América Latina la organización de sistemas habitacionales productivos y sustentables en el campo permitirá responder a la demanda de servicios alimentarios de la sociedad urbana, a partir de la comunión estructurada de las unidades prediales en el paisaje rural, para que se comporten como un sistema integrado de unidades paisajísticas articuladas a las reservas ecológicas.

La vivienda social rural ha evidenciado la implementación de instrumentos de planeación como las unidades agrícolas familiares (UAF), instrumento de planeación del paisaje rural que plantea un mecanismo para el acceso a subsidios y títulos de propiedades de unidades prediales dispuestas para actividades productivas ecoturísticas, agroecológicas y de conservación medioambiental; de tal manera, este instrumento de planeación es un punto de partida para promover un escenario prospectivo estratégico estructurado en un sistema habitacional y productivo

sustentable que fortalezca la cadena logística de servicios de abastecimiento alimentario, del cual dependen los hogares en la ciudad: la unidad de planeamiento agroecológico familiar.

El tema objeto de estudio, la arquitectura de la vivienda social rural, ha sido resuelto en diferentes periodos históricos y en diferentes contextos geográficos bajo procedimientos y procesos de construcción, que en ciertos aspectos son comunes y en otros son específicos; la diversidad de soluciones de vivienda social moderna en el siglo XX es parte de las evidencias historiográficas que se pueden encontrar en libros y revistas de arquitectura de la vivienda rural y urbana, como en el caso de Colombia en las revistas *Proa* y *Escala*, donde se han clasificado durante décadas diversidad de proyectos de arquitectura habitacional que han practicado modelos convencionales de estandarización y dotación de servicios de vivienda social, y también modelos alternativos apropiados y a partir de procesos participativos que involucran la planeación comunitaria y la autoconstrucción.

La temática específica que se propone en el artículo se ha abordado en relación con la práctica del diseño arquitectónico, y mediante el ejercicio disciplinar de la invención de ideas arquitectónicas aplicables al contexto local colombiano; la proyección social del diseño en arquitectura en la actualidad debe reivindicar la ética profesional y la responsabilidad social de la profesión, planteando soluciones eficientes y sostenibles de arquitectura de la vivienda social en el paisaje rural local; y en la academia, las escuelas de arquitectura tienen la responsabilidad de liderar procesos que involucren a los estudiantes en prácticas profesionales en contextos reales de vulnerabilidad social que presenten déficit cualitativo en infraestructura físico espacial y condiciones de precariedad habitacional; el rol de la profesión de la arquitectura se reivindicará, resolviendo soluciones de unidades habitacionales productivas y sostenibles en el paisaje rural local que re-signifiquen la relación hombre, arquitectura, paisaje y medio ambiente natural, desde una perspectiva integral de conocimiento,

donde la arquitectura cumpla el rol de componer el hábitat humano, respetando el equilibrio que requiere el ecosistema natural.

El problema de estudio del presente artículo de reflexión crítica surge del contexto y el objeto de estudio, es decir, el paisaje rural local en Colombia y la arquitectura de la vivienda social rural; al interior del grupo de estudio del semillero de investigación en arquitectura del paisaje de la Universidad Piloto de Colombia, liderado por la arquitecta María Ximena Manrique Niño, se han planteado cuestionamientos y aproximaciones mediante la didáctica del taller de diseño arquitectónico para establecer criterios de diseño a partir de la comprensión de los factores y aspectos determinantes en la solución óptima, eficiente y apropiada de arquitectura de la vivienda social rural. Las nuevas condiciones de habitabilidad que se han previsto post-pandemia plantean pensar y planear hacia el futuro próximo para los hogares de campesinos jóvenes, posibilidades de progreso familiar educativo, económico, y al mismo tiempo establecer redes de economía agroecológica sustentable, redes de solidaridad e intercambio comercial y ecoturístico entre los habitantes de la ciudad y el campo, tanto consumidores como productores, y demás actores de la cadena logística de abastecimiento y de seguridad alimentaria urbana.

El hábitat rural y urbano a través de la revitalización del paisaje agroecológico puede consolidar áreas de bioseguridad alimentaria y de autosuficiencia bioenergética en un entorno de producción sustentable de recursos alimentarios de consumo y bienes de abastecimiento, procurando el menor impacto ambiental; en este sentido, después de la experiencia vivida a nivel mundial por la crisis salutaria ocasionada por la pandemia del virus mortal Covid-19, la situación de crisis planetaria presente en el inicio de la segunda década del siglo XXI pone en alerta al gremio de la arquitectura, y determina una renovada voluntad creativa en función de la solución de problemas de habitabilidad y desarrollo agroecológico rural local sustentable, modelo estratégico viable, el cual debe permitir en su planeación res-

ponder con asertividad profesional e idoneidad técnica en la re-invencción arquitectónica de los modelos y prototipos de habitabilidad en el contexto rural.

De las anteriores reflexiones surge un marco problemático:

¿Por qué la re-invencción del hábitat y la vivienda social rural local?

La arquitectura sustentable de la vivienda rural local en Colombia o Latinoamérica, es una tipología proyectual que tendrá que ser estructurada prospectivamente en una visión de enfoque sistémico integral que determine la eficiencia y optimización de la composición del sistema arquitectónico para generar atributos físico espaciales de seguridad, sismo-resistencia y salubridad.

¿Cuál es la visión prospectiva más apropiada para promover el nuevo desarrollo del hábitat campesino en el paisaje rural colombiano?

La unidad habitacional agro ecológica familiar productiva y sustentable es un instrumento estratégico de planeación ecológica y de diseño rural paisajístico sostenible, respecto al entorno de productividad agroecológica del hábitat local campesino, y del ecosistema de reforestación, reserva y protección donde se ubique para complementar con la actividad agroecológica.

¿Cómo puede mejorar el sistema normativo y el enfoque urbanístico para un ordenamiento y un modelo de desarrollo local apropiado al contexto cultural y la biodiversidad social manifestada en los tipos familiares y hogares campesinos que habitan en el paisaje rural local?

La planeación sostenible del hábitat humano y el paisaje rural en Colombia requiere de la implementación de unidades paisajísticas de revitalización agroecológica del paisaje, que cambien los hábitos de productividad de los hogares por prácticas sustentables con el medio ambiente y los recursos naturales. Esto determinará a mediano y largo plazos una interacción armónica entre el componente antrópico y el biótico, buscando aprovechar el medio abiótico del paisaje intervenido.

¿Qué valores arquitectónicos se deben aplicar en el diseño para optimizar la huella ecológica y

los indicadores de sostenibilidad de los proyectos de vivienda social productiva en unidades agrícolas familiares, en el paisaje rural local?

La vivienda social rural biosaludable es un modelo operativo por sus componentes físico-espaciales adaptables, funcionalidad y espacialidad flexible, sismo-resistencia del sistema estructural, además de la cualificación de la habitabilidad en términos del confort; este conjunto de atributos permite la operacionalización de las funciones de autosuficiencia y la interacción de los habitantes con los espacios de actividad vital.

## 2. VIVIENDA SOCIAL RURAL BIOSALUDABLE +

La vivienda rural local se compone de diversas tipologías arquitectónicas que se diferencian en su programa de funciones y carácter vocacional, determinando formas de ocupación con diferentes impactos en el medio ambiente, principalmente por la huella ecológica en el emplazamiento del paisaje, ya que son tipologías de vivienda resueltas bajo acciones proyectuales que se definen por los tipos de actividad aplicada en las parcelas y predios, y no tanto por las características ecológicas y paisajísticas; por ejemplo, una vivienda campestre, o una finca de recreo, son diferentes de una vivienda campesina; de igual manera, es importante entender que un conjunto campestre genera un mayor impacto en el territorio por su índice de construcción, que una unidad agrícola familiar donde los índices de construcción corresponden al equipamiento que suplen las actividades productivas que se armonizan con el entorno paisajístico, propiciando sistemas de sustentabilidad de los recursos y de los residuos; es por esto que muchos modelos de granjas y fincas de actividad agroecológica se están convirtiendo en modelos viables para revitalizar el paisaje y recuperar los valores ecosistémicos del territorio.

El concepto de vivienda social se refiere a las posibilidades de acceso y de subsidio que se relacionan con este tipo de proyectos de tratamiento de las unidades agrícolas familiares, para dotarlas de un sistema arquitectónico operativo, funcio-

nal y sismo-resistente; la vivienda social rural se diferencia de la urbana por su relación con el entorno y el paisaje natural en una interacción físico-espacial interdependiente en términos de cómo se va resolviendo progresivamente la ocupación en el territorio con una infraestructura de productividad, dotado de una edificabilidad de baja densidad de ocupación y baja densidad de construcción, dotando las áreas paisajísticas con áreas de reforestación y preservación de los recursos naturales del medio rural.

La vivienda social rural biosaludable es un concepto estratégico y operativo para dotar a las tipologías convencionales y tradicionales de vivienda social rural campesina, de sistemas arquitectónicos que optimicen los valores de sustentabilidad, autosuficiencia, sismo-resistencia, habitabilidad y confort; las condiciones de higiene y salubridad al interior y al exterior de la vivienda determinan la aplicación de sistemas de envolvente que generen condiciones microambientales óptimas para asegurar la salud humana y establecer mecanismos de protección ante agentes externos nocivos para la salud.

El concepto de habitabilidad representa una variable determinada por los requerimientos de los grupos de hogares de campesinos, y de sus respectivas labores sociales productivas y de autosustentabilidad familiar; por lo tanto, el planteamiento de una nueva habitabilidad rural post-Covid debe partir de la invención de soluciones diversas y componer sistemas materiales ecoeficientes que viabilicen la autoconstrucción de prototipos de arquitectura que propicien nuevas condiciones de interacción vital entre los hogares rurales y su entorno de vida, representada en las diferentes unidades paisajísticas que componen el ecosistema del paisaje rural. Así como los diferentes equipamientos necesarios en el sistema logístico e infraestructural que se requiere para sostener la seguridad alimentaria en la ciudad, el desarrollo sustentable del hábitat rural requiere de operatividad y una condición de integralidad equitativa con el medio ambiente, es decir, que lo físico-espacial se transforme en un mecanismo de desarrollo sostenible del territorio.

El factor físico-espacial determina la operatividad de las relaciones de habitabilidad y productividad, así como su equilibrio y oportunidad de sustentabilidad en el tiempo de uso y ocupación; la caducidad y perdurabilidad de un tipo de hábitat o unidad habitacional productiva en el paisaje rural dependerá de su interdependencia bio-eco-sistémica y agroecológica respecto a su territorio de emplazamiento; por tal razón se busca asegurar el equilibrio en la producción del suelo, pero principalmente la sustentabilidad de la unidad paisajística de producción agroecológica, partiendo de la sustentabilidad de la unidad habitacional que conforma la vivienda social rural. La re-invenición de la arquitectura de la vivienda social rural local requiere de la implementación de nuevos sistemas que hagan eficiente el dispositivo de protección y sustentabilidad de la vida humana, que es su hábitat arquitectónico.

La vivienda, como espacio de bioseguridad, representa un concepto que ha evolucionado en la historia de la arquitectura gracias a los avances tecnológicos y a las situaciones de crisis y emergencia que conllevaron a la transformación de los mecanismos de habitación, de las estructuras espaciales, y habitáculos que sustentan los modos de vida rural.

Un prototipo de tipología biofísico espacial de accesibilidad universal preventiva para unidades habitacionales y componentes dotacionales de la vivienda social rural local, es un tipo de espacio o ámbito de vitalidad (Perea, 2017), complementario a los espacios convencionales que se implementan en las soluciones arquitectónicas actuales en vivienda social rural; son espacios análogos a los recintos de bioseguridad, o cámaras de descontaminación, anexos a los laboratorios, que hoy en día se están pensando incorporar como ambientes de estancia transitoria o contenedores de salubridad que buscan regular el acceso de cualquier agente externo insalubre o tóxico, donde se pueden aplicar funciones de lavado por vapor, cambio de ropa y lectura fisiológica del estado de salud del usuario que accede a la unidad habitacional.

Los invernaderos son tipos espaciales compuestos, ya que están relacionados con procesos y actividades complejas que requieren de elementos dotacionales y estructuras espaciales para permitir la construcción de ambientes de atmósferas controladas o microclimas, los cuales se recrean en espacios confinados adaptables y automatizados para mantener condiciones térmicas de oxigenación y control bioclimático suficientes.

Las principales características de este tipo de espacios vitales, análogos a los espacios de bioseguridad y confort, son:

1. Espacio tipo de *aislamiento* microatmosférico y reconocimiento fisiológico, estancia de espera y encuentro colectivo, espacio óptimo para reuniones transitorias que requieren ventilación pasiva/activa y espacios sombreados conectados a jardines y patios.
2. Espacio tipo de *bioseguridad* salutaria, inmunización y descontaminación.
3. Espacio tipo de *bioclimática* para el confort térmico, visual, auditivo, olfativo y perceptivo que estimule la capacidad de concentración y actividad.
4. Espacio tipo de *vitalidad* corporal para el deporte físico, la higienización y el acondicionamiento del cuerpo por medio de tratamientos terapéuticos, con área anexa de atención hospitalaria y/o servicios de enfermería en caso de emergencia salutaria al interior del grupo familiar y/o comunitario.

### 2.1. PROCESOS TÉCNICO-CONSTRUCTIVOS DEL ESPACIO BIOFÍSICO

En varios artículos estudiados para elaborar una argumentación fundamentada en experiencias previas locales se encontraron descripciones detalladas de “*lo físico*” que compone la vivienda y de los procesos constructivos que permiten su materialización, como en el caso de la tipología espacial de la vivienda maya en la Península de Yucatán en México, donde debido a las particularidades de un sistema tradicional aplicado por una comunidad originaria específica, que conserva los procesos constructivos tradicionales, se pudo observar el valor que representa para la

sustentabilidad del hábitat y el paisaje rural la utilización apropiada de los recursos materiales del lugar, estudiando el modo efectivo de ocasionar con la intervención antrópica de los grupos humanos y su cultura, el menor impacto sobre la naturaleza y el medio ambiente; los procesos de transformación y aculturación que han sufrido los pueblos nahuas y teeneks en la Huasteca potosina en México (Larraga, Aguilar y Fortaneli, 2014) con el empleo de sistemas materiales inapropiados, por su calidad, composición y producción industrial, y que son importados desde otros contextos por la “necesidad” de acceder rápidamente a insumos para generar la construcción de la vivienda, se ocasiona un impacto ambiental que es difícil reconocer en el inmediato plazo, además de problemas de insalubridad por el efecto nocivo y contaminante de ciertos materiales que afectan el medio ambiente, la salud y la vida humana, propiciando condiciones de discomfort y una atmósfera tóxica para la habitabilidad.

Estas comunidades autóctonas son conscientes de los cambios que se deben aplicar en la construcción de las edificaciones que conforman las unidades habitacionales rurales, para que sean seguras, sísmo-resistentes y funcionales, además de ser autoconstruidas con materiales locales de baja huella ecológica.

El crecimiento progresivo logrado a través de la estandarización de los componentes materiales ha conducido a las comunidades a implementar técnicas y conocimientos científicos para resolver la ecoeficiencia, la perdurabilidad y el rendimiento de la materialidad en la vivienda, al mismo tiempo que se aplican saberes y tradiciones en el proceso de autoconstrucción que nos permiten incorporar significados y una cosmovisión útil, como la tecnovisión, para aprender nuevamente lo que nos enseñan las tradiciones constructivas biodegradables, sumado a los nuevos avances de la invención tecnológica ecoeficiente.

### 3. UNIDAD HABITACIONAL AGROECOLÓGICA FAMILIAR (UHAEF) +

La morfología de la unidad habitacional agroecológica familiar y la tipología de la vivienda social rural sustentable post-Covid, es una evolución de la unidad paisajística rural mínima, la unidad agrícola familiar, y la tipología convencional de vivienda popular campesina. En el presente artículo, a través de las reflexiones conceptualizaciones y axiomas, se expone la invención empírica e intuitiva de un planteamiento prospectivo de optimización de la arquitectura de la vivienda social rural, incorporando estrategias proyectuales para el diseño paisajístico de las unidades de planeamiento rural.

En las experiencias de taller de diseño arquitectónico, que han orientado los docentes del grupo de estudio que presentan el artículo de reflexión, y mediante estudios de caso aplicados en contextos locales rurales vulnerables, el grupo de estudio ha seleccionado unos criterios claves de composición espacial, formal y topológica; dicha reflexión surgió en muchos casos a través de analogías románticas sobre la idea de vivir en el campo, y muchos de los primeros bocetos y escritos narrativos de una idea básica de casa campesina se tradujeron en proyecciones recurrentes de modelos con techos a dos aguas, antejardín, huerta, depósito, establo y cochera. Los espacios diseñados podrán ilustrarse aplicando la racionalidad del proceso de composición y deberá incorporar mediante convenciones gráficas arquitectónicas las especificaciones y descriptores que destaquen en las proyecciones y dibujos generados, los componentes sistémicos estructurantes y tecnológicos que determinan atributos de bioseguridad, sísmo-resistencia, autosuficiencia, confort, entre otros atributos que debe integrar la arquitectura de la vivienda.

Es posible imaginar una visión prospectiva ideal, donde aprendemos a interactuar en armonía con nuestro entorno. Mediante proyecciones podemos visualizar la lógica arquitectónica que determinará en el futuro la sostenibilidad del hábitat social rural. Por ejemplo, en Colombia

los planes y esquemas de ordenamiento territorial plantean la protección de fuentes hídricas vigilando la implementación de programas de manejo sostenible del suelo, la regulación de la actividad agropecuaria intensiva y de alto impacto ecológico, como los monocultivos y la ganadería; también se deben establecer los parámetros para las ocupaciones con vivienda en las áreas rurales, buscando el equilibrio medioambiental y social, transformando los modos de productividad y aprovechamiento de los recursos naturales. También se han encontrado casos que han permitido verificar la importancia de la relación entre las actividades domésticas, las actividades productivas de autosuficiencia y las actividades de cooperación y autoconstrucción, donde se fortalecen redes sociales cooperativas y cadenas logísticas que sustentan la seguridad alimentaria tanto de los hogares campesinos como de los hogares urbanos consumidores de los productos que provienen de las áreas de actividad agrícola del componente rural en la ciudad.

De este modo, y después de describir las posibilidades que representa la situación actual, para marcar la diferencia mediante la invención y la innovación arquitectónica. Producir un espacio vital, saludable, sustentable para el hombre y el ecosistema terrestre, requiere de reflexiones críticas, y profundas revisiones teórico-prácticas a los procesos de diseño y construcción de proyectos de arquitectura, para prever la inclusión de variables e indicadores de habitabilidad que generen determinantes y criterios de diseño arquitectónico, en búsqueda de la eficiencia operativa del proyecto, para que una vez sea construido, genere el menor impacto posible y perdure en el tiempo de ciclo de vida previsto para la edificación, aumentando los índices de salud, bienestar y felicidad.

La atmósfera del espacio vital en la vivienda rural campesina evidencia rasgos arcaicos, pero también la incorporación de partes espaciales y componentes técnicos que expresan la conservación de diferentes momentos de desarrollo evolutivo en la vida doméstica y productiva del hábitat social rural: identidad autóctona, vernácula, co-

lonial y moderna, híbridadas en la experiencia de uso cotidiano de la espacialidad rural campesina; en el tiempo actual, las dimensiones de existencia de la vida del hogar campesino se enfrentan a las dinámicas de sustentabilidad económica y a la capacidad de producción de las familias y comunidades de campesinos que mantienen la actividad agropecuaria en el paisaje rural local latinoamericano.

En Colombia, las tipologías de granjas reúnen todos los atributos de identidad, configuración tipológica tradicional, y además han comenzado a incorporar nuevas tecnologías de mejoramiento del metabolismo y el sistema de producción del paisaje rural, aplicando saberes ancestrales provenientes de la cosmovisión, y técnicas especializadas de cultivo agro ecológico; una experiencia ecoturística en una granja familiar permite el reconocimiento de 1) los saberes étnico-culturales de un grupo familiar; 2) las prácticas de sustentabilidad en la producción agroecológica del territorio y las técnicas de autosuficiencia en la unidad habitacional; 3) las acciones para la conservación ecológica y medioambiental del paisaje rural agroproductivo y de las áreas de preservación ambiental (santuarios de biodiversidad y recursos abióticos del paisaje natural), y 4) tradiciones constructivas aplicadas en la arquitectura popular campesina.

Al entender que el paisaje rural es un medio antropizado, se puede reconocer la relación entre el paisaje natural y el paisaje intervenido por el hombre para producir un nuevo tipo de ecosistema y de hábitat; la comprensión de los efectos de los modos de intervención del territorio y de ocupación del paisaje natural es un conocimiento importante que determina las decisiones proyectuales del modelo de diseño de la arquitectura de la unidad de paisaje rural, la cual comprende las áreas de: 1) actividad agroecológica y de producción sustentable del medio ambiente y de los recursos naturales; 2) actividad de autosuficiencia bioenergética y de práctica ecoturística, y 3) actividad doméstica familiar pasiva y activa.

La arquitectura de la unidad agroecológica familiar y la unidad habitacional social se articulan

en un solo sistema de hábitat social rural, en donde la arquitectura de la vivienda social rural forma parte de los mecanismos y/o dispositivos de habitabilidad e interacción con el territorio, que permiten la coexistencia de la vida campesina. Es por estas razones que la calidad del espacio vital de la vida familiar de los hogares campesinos merece todas las reflexiones posibles y un enfoque crítico social en la participación disciplinar desde la arquitectura, que incentive la voluntad creativa y la capacidad de invención de nuevos modelos y prototipos proyectuales de arquitectura que mejoren las condiciones de habitabilidad y calidad de vida de los hogares y grupos sociales en el paisaje rural local.

La solución arquitectónica del paisaje y la infraestructura de sustentabilidad se coordina en la composición respecto a las posibilidades de variación del diseño del espacio, ya que mediante la adaptabilidad proyectual a diferentes contextos y zonas geográficas, los modelos y prototipos de habitabilidad pueden recrear atmósferas y componer microambientes interiores, efectos lumínicos, atributos de captación térmica, por convektividad, control del enfoque visual de aperturas y vanos según la orientación del edificio y de la ubicación en el edificio de los habitáculos; también se pensará el manejo de la estructura de cimentación y la portante, los tipos de envolventes según la localización climática y la forma de emplazamiento en el paisaje; por ejemplo, se pueden llegar a usar muros compactos, aislados y/o revestidos por capas estructurantes formando conductos de transmisión térmica y acústica por conductividad.

Sumado a las visiones proyectuales que pueden emerger de la crisis habitacional post-pandemia, algunas otras soluciones inventivas se deben propiciar en la práctica de campo como resultado de una actuación crítica participativa y activa a nivel disciplinar, soportada en la instrucción técnica y estructurada como información a nivel científico; en un taller de diseño que trate sobre la arquitectura de la vivienda social rural surgen este tipo de momentos creativos y etapas de proyección; lo presentado en este artículo pretende

ayudar a subrayar las cuestiones y lecciones ya tratadas por expertos en la construcción de proyectos de arquitectura de vivienda social rural, y mediante normas y reglamentaciones el aporte del mismo Estado en cada uno de los países donde se aplican estándares internacionales de calidad habitacional en áreas rurales.

En Colombia, la experiencia que ha tenido el grupo de estudio posibilita la exposición de cuestiones claves, donde se expone la complejidad de las relaciones conceptuales y operativas del hábitat rural: 1) el imaginario del espacio doméstico familiar campesino; 2) la forma arquitectónica bioclimática y el confort integral de la vivienda, y 3) la planeación topológica + agroecológica de la unidad de paisaje rural pensada para la actividad productiva y la restauración ecosistémica en el territorio. Otros trabajos académicos previos, planteados por los autores, recuerdan la importancia de la educación ambiental como parte de las funciones del hábitat; las ideas presentadas en el texto “Eco+pedagogía: didáctica de educación ambiental en arquitectura” (Perea, 2012) y en el artículo “Lecciones sobre permacultura para un hábitat simbiótico en el paisaje cultural cafetero” (Perea, 2016) demuestran como antecedente teórico, nociones instrumentales como los conceptos de arquitectura social sustentable en el paisaje rural, vivienda saludable y bioclimática, diseño agroecológico del paisaje antrópico, permacultura local, agro-eco-turismo y agricultura familiar sostenible.

En el contexto del paisaje cultural cafetero en Colombia el grupo de estudio logró reconocer, en un caso específico de estudio, evidencias de índices óptimos de equilibrio con el medio en el caso del proyecto de la Granja de Mamá Lulú, en el Departamento del Quindío (Perea, 2016: 48): 1) conciencia ambiental y ecológica; 2) permacultura familiar asociativa y comunitaria; 3) autogestión, emprendimiento y autosuficiencia; 4) actividad productiva sustentable, solidaria y accesible; 5) formación y aprendizaje autónomo en educación ambiental y agroecología.

*“La forma de las viviendas es exclusivamente rectangular con dimensiones variables; con habita-*

*ciones anexas para servicios como cocina y sanitarios” (Vázquez, Navarrete, Castillo y Hernández, 2018: 37).*

En el caso de la vivienda vernácula en la zona cafetera de la Sierra Norte del estado de Puebla, en México, se pueden encontrar coincidencias o diferencias en la habitabilidad popular, así también como en la existencia de unidades paisajísticas sustentables, como el modelo de granjas ecológicas ubicadas en distintas zonas geográficas. Otro aspecto fundamental observado fueron que las consideraciones de lo físico-espacial permitieron observar que existen coincidencias en diferentes países latinoamericanos, de un alto déficit en relación de servicios públicos, acceso a redes de servicios, vías de acceso, dotación de sistemas de infraestructura y equipamiento, conectividad ecológica entre las unidades paisajísticas de los diferentes marco latifundios y respecto a las áreas de reserva en el territorio, actividades regenerativas de la estructura biótica del medio; otros requerimientos en tanto el componente antrópico, son promover la interacción social comunitaria en torno al trabajo de producción agroecológica y de restauración paisajística del territorio, mediante redes sociales, familiares y vecinales, centros de acopio de intercambio comunitario de bienes, servicios y recursos.

Por otro lado la relación vecinal, así como los servicios con los que cuenta el terreno, son parte significativa. La forma en la que los usuarios conciben cada espacio ya sea interior o exterior es importante sobre todo por la composición total [...] (Sandoval Macías, 2015: 45).

La ruralidad es también vista o entendida como una construcción de paisaje, una cualidad distinguible y estética del entorno transformado por el hombre, es decir, entendida como un producto cultural:

[...] se plantea considerar el hecho arquitectónico como expresión socio física de un paisaje cultural [...] al presentar una específica asociación organizada y distintiva de formas tanto físicas, sociales y culturales y a través de la cuales se

representa y reproduce la acción y significación humana (Echeverría Ayala, 2008: 3).

Lo arquitectónico ligado a la transformación del entorno constituye una unidad distinguible como producto del hecho cultural, realidad que cobra elementos particulares o identitarios para quien constituye las condiciones de habitabilidad en el “lugar” debido a que intersectan procesos históricos sociales y culturales con la realidad empírica de su particular condición geográfica. Debido al problema estructural del abandono sistemático del campo o la ruralidad y de diferentes aspectos sociales, los documentos revisados hacen evidente esta condición de “rezago” o “atraso” civilizatorio, o subdesarrollo que se manifiestan en condiciones tangibles de ausencias o carencias:

[...] comunidades se encuentran en rezago social lo que implica problemas de salud, bajo nivel educativo, desempleo, migración y malas condiciones de vivienda, infraestructura deficiente, sus medios de transporte y de comunicación física o electrónica son restringidos [...] (Vázquez, 2013: 3).

A este factor se asocian, en el marco de las “nuevas ruralidades”, las propuestas de ir hacia proyectos o planes sustentables que solucionen las dificultades habitacionales sociales frente al entorno natural o ambiental particular donde se localiza la vivienda. Otro elemento asociado al factor social, cultural y económico, es que la vivienda rural se define por su identidad; como ejemplo, la vivienda rural indígena demuestra particularidades constructivas, espaciales y simbólicas de su visión o cosmovisión.

La arquitectura de la vivienda rural local se convierte en un espacio articulador de saberes ancestrales, convenciones culturales y actividades técnicas, previendo la dotación infraestructural de espacios funcionales, eficientes y suficientes en tanto las actividades productivas agropecuarias propias de cada región o paisaje cultural local; las actividades del campo se manifiestan como espacialidad y vida campesina, de-

terminan relaciones entre la actividad, el usuario, el tiempo de uso del espacio y los requerimientos espaciales y de mobiliario para el desarrollo confortable de cada actividad al interior de la unidad habitacional y productiva. Otro aspecto importante señalado en las tesis estudiadas es justamente el concepto de *comunidad campesina de origen diverso*, que se ha naturalizado, se asume como algo que se da por entendido aunque no se profundice en su conceptualización y aparece como una caracterización de la dimensión social que le da sentido al espacio vital campesino y al territorio con el cual se identifica, lo cual consolida en el tiempo de relación entre el medio antrópico y el medio natural, valores identitarios de tipo cultural, en el cual la naturaleza es incorporada.

Otro aspecto señalado son las actividades u ocupaciones de la población rural:

Aquí lo rural es definido por asociación a aquellos elementos más visibles del entorno: localización, actividad económica y actores sociales; donde los términos campo, mundo campesino, agricultura y rural son usados como sinónimos, revelando, mediante el lenguaje, la inseparabilidad percibida entre agricultura, ruralidad y sociedades rurales (Méndez, 2005: 93 y 94).

La relación de la vivienda con un área destinada al cultivo próximo a la vivienda, que sustenta la sostenibilidad alimentaria del grupo familiar, en el predio o solar donde se ubica la vivienda se conjuga con un área productiva, simbólica, ceremonial y en ocasiones ritual que en México se conoce como “Milpa” (Sánchez Suárez, 2006; Torres *et al.*, 2011; Torres Zárate, 2009) y en Colombia en las comunidades del sur se conoce como “Chagra”. En el caso de las granjas ecológicas, en el caso estudiado en Colombia, en el contexto del paisaje cultural cafetero se reconocieron valores en los procesos de construcción progresiva de las unidades agroecológicas familiares, en forma de “paisaje rural cultural asociativo”; según este enfoque, es útil retomar un preconcepto: los parámetros de evaluación de la sustentabilidad agroecológica de una granja; la sustentabilidad significa la capacidad para mantener el nivel de

productividad de los cultivos a través del tiempo, sin arriesgar la integridad de los componentes estructurales y funcionales de los agrosistemas; los atributos de un sistema agroecológico andino son en su diversidad, representada en el porcentaje de especies en el componente biótica del paisaje natural, la diversidad genética, la variedad de suelos y niveles de fertilidad, la composición topológica y geográfica del territorio (Perea, 2016: 51).

La referencia que se hace en los textos analizados a los “núcleos” rurales está mucho más presente en México que en Colombia; en los primeros se asocia vivienda rural y condiciones de habitabilidad de la misma, ligada a la categoría de pueblos, o asentamientos (Vázquez López, 2013; Montalvo, 2011; Fuentes, 2014; Chavira *et al.*, 1990; Vázquez *et al.*, 2018), mientras que en Colombia se entiende la vivienda rural como los aspectos relacionados con la vivienda aislada, considerando los núcleos rurales o cabeceras municipales como áreas semiurbanas, donde el acceso a los servicios e infraestructura es diferenciado de la vivienda aislada. Esta consideración permitiría diferenciar características de habitabilidad que se desprenden de cada factor, en función de la productividad de una vivienda y si está asociada a las áreas productivas agropecuarias o si está más ligada a dinámicas económicas de producción de otro tipo, manufactura, artesanía, comercio, microempresa.

### 3.1. FACTORES BIOCLIMÁTICOS EN LA ARQUITECTURA DE LA VIVIENDA SOCIAL RURAL LOCAL

Los aspectos bioclimáticos a tener en cuenta de la vivienda rural, son el confort térmico, visual, auditivo, fisiológico; en este sentido se busca que cualquier núcleo habitacional o vivienda se caracterice por tener atributos espaciales, materiales y tecnológicos que permitan controlar el efecto de las determinantes climáticas y paisajísticas del emplazamiento, además de influir en el confort integral del espacio doméstico y productivo de la unidad habitacional rural; las condiciones de edificabilidad de la vivienda rural y de composición del espacio doméstico están

determinados por el estilo de vida y la actividad habitacional del grupo familiar; en este sentido, una vivienda saludable requiere de un diseño inteligente que atienda aspectos de antropometría, ergonomía, accesibilidad universal, diversidad etaria y/o social.

En tanto las condiciones del entorno natural y del medio ambiente donde se sitúa, se deben resolver formas de emplazamiento y orientación de los edificios de la unidad habitacional, adecuadas al clima y a la topografía para encontrar condiciones y cualidades climáticas para el confort (Olgyay, 1998) de quien habita. El empleo del factor bioclimático en la arquitectura de la vivienda no es algo nuevo, se ha desarrollado a lo largo de su historia y se puede encontrar en la vivienda tradicional, vernácula o indígena, no es algo que la modernidad haya desarrollado, tiene que ver con un *revival* de textos como los de Violet le Duc, reintroducidos a partir de las críticas regionales y post-estructuralistas al movimiento moderno en los sesenta y setenta, como lo mencionan Sánchez y Jiménez:

[...] entre 1960 y 1970 la arquitectura se orientó hacia la vr (Aguilar, 2001), que al inicio se asociaba a la pobreza (Fathy, 1969, citado por Aguilar, 2001) pero los resultados resaltaron la sabiduría y coherencia con la que los usuarios resuelven los problemas de sus viviendas, así como la dificultad de lograr diseños coherentes sin considerar los valores constantes de los mismos (Rapoport, 1969, citado por Aguilar, 2001) (Sánchez y Jiménez, 2010: 178).

No obstante, el empleo del término contemporáneo sí se desprende de los postulados de Víctor Olgyay a partir de 1963 en “Arquitectura y clima”; en esta consideración moderna, los factores bióticos y climáticos del entorno construido se emplean como categorías de análisis, argumentación y fundamentación para el diseño, y pueden enunciarse como: ecodiseño, diseño bioclimático, bioarquitectura o diseño ambiental, entre otras adjetivaciones desde lo biótico-climático. En cuanto al empleo del término a la manera

moderna en los documentos revisados, lo bioclimático tiende a ser un eje argumentativo y de análisis de las condiciones de habitabilidad de la vivienda, es decir, las condiciones bioclimáticas se sustentan en una explicación de si responde o no a las condiciones y variables del entorno; y en cuanto a las sociales de los habitantes del lugar, veamos algunos de los aspectos mencionados con mayor frecuencia.

Otro tanto centra el análisis de las condiciones de habitabilidad en la materialidad constructiva que propende por el confort climático; al respecto hay que señalar que se demuestra efectivamente cómo técnicas y sistemas constructivos de la vivienda vernácula, tradicional e indígena responden de forma eficiente a las condiciones del clima del lugar. En algunos casos de vivienda indígena o campesina en la Huasteca potosina (Larraga *et al.*, 2014) se denuncia cómo la incursión de los nuevos materiales transforman las condiciones estéticas y climáticas de la vivienda, que se ven seriamente afectadas al reemplazar las cubiertas de material vegetal por materiales industriales de lámina, y se hace evidente como la inserción de nuevos materiales, la inserción de nuevos elementos como las redes de servicios y aparatos eléctricos que transforman el espacio interior de la vivienda. También se puede ver cómo en el caso de la vivienda tradicional campesina en Yucatán (Baños, 2002; Sánchez Suárez, 2006) donde las condiciones climáticas y el calor (promedio 26° C, máximas de 36° C) puede ser una condicionante del tipo de materiales y espacialidades, Sin embargo, la introducción de nuevos sistemas constructivos implica cambios en la composición espacial:

[...] para mejorar la vivienda, de manera marcada en los últimos años los campesinos yucatecos alteran la estructura tradicional completa de la misma. Por ejemplo, la vivienda adopta una planta rectangular y paredes de bloque, ventanas y techos de bovedilla como las viviendas urbanas (Baños, 2002: 174 y 175).

Lo anterior, señalando que dichas intervenciones técnicas, constructivas y espaciales, ya sea que emerjan de la iniciativa del habitante o por parte de proyectos de intervención del estado como los programas de mejoramiento de vivienda rural (elementos de la vivienda adecuada, Gobierno de México, 2019) van en detrimento de este factor, lo cual transforma y afecta las condiciones de habitabilidad de la vivienda. Este es un caso donde los tres factores se imbrican en la problemática cuya transformación puede tener efectos en lo que se establece como un ideal habitable.

#### 4. ARQUITECTURA SOCIAL RURAL ECOEFFICIENTE +

La política de vivienda rural en Colombia,<sup>1</sup> según lo explica el Ministerio de Vivienda (2020), brinda herramientas, lineamientos y programas para hacer efectivo el derecho a la vivienda digna; es importante mencionar a los beneficiarios de esta política, que corresponden a los hogares vulnerables que viven en la zona rural y que requieren una vivienda nueva o el mejoramiento de una vivienda ya existente. En este sentido, prioriza el otorgamiento de vivienda digna a hogares rurales; por otro lado, la política de vivienda rural aplica para las zonas rurales de todo el territorio nacional, con especial atención en municipios que presentan altos indicadores de pobreza y déficit habitacional; este tipo de programas representa una oportunidad para apoyar económicamente y generando proyectos de desarrollo habitacional sustentable, que determinen un uso apropiado del territorio rural, para no afectar las condiciones de estabilidad del ecosistema natural, protegiendo el agua y los demás recursos naturales, componentes del paisaje (bióticos, abióticos y antrópicos).

La posibilidad de asegurar la estabilidad económica, y principalmente emocional de los hogares rurales campesinos, representa una oportunidad para emprender la formación de nuevas

generaciones de ciudadanos activos en el ejercicio de la restauración ecológica del medio ambiente, y al mismo tiempo protectores de la seguridad alimentaria del sistema social integrado tanto por los habitantes del componente rural como del componente urbano de las ciudades.

El Gobierno nacional está en camino de fortalecer y promover el desarrollo cualitativo de la vivienda social rural, pero esta intención debe involucrar tanto la búsqueda de adaptabilidad al contexto geográfico y paisajístico, como a la cultura y a la biodiversidad, que es el principal recurso para valorar la aplicación de los objetivos de desarrollo sostenible, como pauta para lograr la sustentabilidad integral del hábitat humano, el paisaje y el ecosistema natural con sus otros tipos de hábitats y especies, comprendiendo que en la actualidad se requiere de una armonización respecto a nuestro medio ambiente que nos haga conscientes de la razón de ser del hombre humanista naturalista.

Otras propiedades y características a tener en cuenta son: la salubridad, la seguridad y el control en la accesibilidad, higiene y medidas de prevención social del contagio y la propagación del virus Covid-19, y otros que de manera preventiva puedan evitarse, creando sistemas de productividad agroecológica mediante cultivos multiestratos, que involucren laboratorios de experimentación científica con alimentos vegetales y plantas medicinales, o también áreas de observatorio del paisaje biótico y abiótico, además de la invención de sistemas eficientes de autosuficiencia y renovación bioenergética del medio ambiente.

En cuanto al aprovechamiento tradicional de los recursos bioenergéticos en las tipologías vernáculas de vivienda rural, el uso doméstico de combustibles sólidos, como el estiércol, los residuos de cosecha, la leña, el carbón de leña y el carbón mineral, como fuente primaria de energía para cocinar y para calefacción puede ser altamente contaminante; para resolver este tipo de problemas de discomfort por contaminación y/o polución del aire interior de la vivienda, se ha contemplado en el diseño arquitectónico pasivo la implementación de tecnologías de cocinas

1. Recuperado de: <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/politica-de-vivienda-rural>

limpias por su bajo impacto ambiental, de bajas emisiones y bajo consumo energético, además de sistemas ecoeficientes de chimeneas de gas, hornos eléctricos y estufas que se alimentan de energía solar captada mediante celdas fotovoltaicas, lo que puede ayudar a mejorar la seguridad y la salubridad del ambiente interior en las zonas de cocina y lavado.

La incorporación de tecnologías apropiadas y económicas que ayuden a resolver formas sostenibles de consumo energético y mejorar bajo técnicas de diseño pasivo la eficiencia térmica de la edificación, es indispensable que se involucre en los presupuestos de los proyectos de vivienda social rural; la ONU ha analizado, por ejemplo, cómo la situación de precariedad de la vivienda, en su infraestructura de autosuficiencia y saneamiento, puede afectar la salud de los hogares. Se han evaluado casos donde la mortalidad infantil está asociada con el hacinamiento, con la mala ventilación y la contaminación del aire por emisiones tóxicas, polución del aire, o transmisión de virus que generan infecciones respiratorias (Naciones Unidas, 2005a-b, véase en OPS, 2006, cap. 2.1).

En el año 2019 la Alcaldía de Bogotá, por conducto de la Secretaría del Hábitat publicó una cartilla didáctica donde plantea a los hogares campesinos: “Re Imaginemos la Vivienda Rural en Bogotá”, con el objetivo de promover el diseño participativo y el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de la vivienda rural por medio del emprendimiento de acciones colectivas de autoconstrucción; en esta cartilla se anota lo siguiente:

Dentro del Plan de Desarrollo Distrital 2020-2024, Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para el Siglo XXI, la Secretaría Distrital del Hábitat adopta la Meta denominada Diseñar e implementar intervenciones de mejoramiento integral rural y de bordes urbanos, buscando poner en marcha acciones en el área rural que contribuyan a la reducción del déficit habitacional en términos cuantitativos y cualitativos. Este proceso está enfocado en entregar herramientas que permitan: una mayor adaptabilidad al cambio climático, adoptar prácticas sostenibles en intervenciones

rurales, disminuir el hacinamiento habitacional y reconocer las formas históricas de producción, tomando como referencia la Guía de Vivienda Rural (SDP, 2019).

De tal forma, un modelo de arquitectura rural ecoeficiente, aplicada a la construcción de la vivienda rural, en principio debe cumplir con las cualidades de ser digna, saludable, productiva y sostenible; la vivienda social rural requiere de sistemas de saneamiento básico que recuperen mediante tratamiento biótico el agua consumida y recicle el agua de lluvia para su aprovechamiento; la vivienda social rural debe propiciar cambios de hábitos de consumo de recursos de agua, energía y tratamiento adecuado de residuos, el espacio habitable debe equilibrarse en sus diferentes funciones para propiciar un desarrollo psicoafectivo, emocional y cultural del hogar al interior de la unidad habitacional, además de brindarle el confort microambiental que requiera. La *Guía de vivienda rural* que publicó la Alcaldía de Bogotá en el año 2019, describió como principales lineamientos de diseño de la vivienda rural: la relación con el entorno, la tipología arquitectónica, la técnica, materialidad y construcción, la bioclimática y el concepto de vivienda eficiente.

El concepto de vivienda social rural eficiente, desde el enfoque que se plantea en el presente artículo, se explica por las propiedades de autosuficiencia integral de la unidad habitacional familiar rural, es decir, los sistemas de infraestructura dotacional y equipamiento complementarias a la vivienda que determinan el uso y ocupación sostenible del medio, el territorio y el paisaje. Es indispensable el uso eficiente del agua, su purificación y depuración, su bajo consumo y uso responsable; el uso de materiales ecoeficientes certificados ambientalmente, el uso eficiente de materiales de construcción reutilizables, recursos de reciclaje y residuos que puedan adaptarse como sistemas materiales de envolvente; debe asegurar la salubridad del espacio interior, pero es una alternativa para disminuir el impacto ambiental por las emisiones CO<sub>2</sub> y consumo energético en la producción de muchos sistemas

constructivos convencionales; la arquitectura ecoeficiente también involucra un manejo diferenciado de los tipos de basuras y desperdicios, aprovechando los residuos orgánicos bajo procedimientos de cuidado ambiental e higiene, el uso de sistemas de recolección de energía solar a través de celdas fotovoltaicas y sistemas de canalización de las redes eléctricas, informáticas e Internet, gas, hidráulicas, sanitarias, y otras según la actividad productiva, con el fin de asegurar la perdurabilidad y el fácil mantenimiento de las redes en su ciclo de vida útil.

La concepción material de la vivienda social rural ecoeficiente requiere de sistemas materiales biodegradables, de bajo consumo energético en su producción, producidos localmente bajo certificación ambiental en baja huella de carbono, sistemas materiales prefabricados de rápido montaje, cero desperdicio en obra, de efectiva compactación evitando puentes térmicos; materiales adaptables que por convectividad y conductividad determinen un aprovechamiento de la radiación solar en el día por inercia térmica regulada por el tipo de muro o cerramiento, o por la conformación del sistema de envolvente bioclimática. *La Casa pasiva* es un texto muy importante de Micheel Wassouf (2017), donde expone unos conceptos que complementan la visión local que se ha expuesto y plantean por ejemplo el uso de tipos constructivos y técnicas bioclimáticas como la “torre de viento”, la “chimenea solar”, la “claraboya”, el “lucernario”, el “muro trombe”, y otros sistemas de estándar pasivo que determinan el confort térmico, la higiene y la salubridad del ambiente espacial a través de la renovación del caudal de aire (30 m<sup>3</sup>/h por persona en uso residencial, caudal de ventilación mínimo para garantizar la higiene de las estancias) (Wassouf, 2017: 69).

## 5. REFLEXIÓN CRÍTICA SOBRE LA VIVIENDA SOCIAL LOCAL +

Estudios de caso revisados en México y Colombia demuestran el estado de precariedad de la vivienda rural en América Latina en aspectos cru-

ciales para la sismo-resistencia y la bioclimática; los problemas habitacionales y las patologías originadas por el uso de materiales inadecuados al clima comprometen la integridad de la construcción de la vivienda, y demuestran una falta de aplicación de un estándar de construcción sismo-resistente y sostenible, que a su vez solucione las necesidades actuales de bioseguridad y eficiencia físico-espacial; un espacio doméstico puede causar enfermedades por las condiciones precarias de la construcción y de los materiales, también por condiciones de hacinamiento en áreas mínimas, insuficientes en sus envolventes produciendo discomfort térmico, producido por la mala ventilación, el exceso de humedad y/o la inadecuada orientación solar; las condiciones microatmosféricas de la vivienda si no son bien manejadas pueden influir en la transmisión de enfermedades respiratorias, y virus como la tuberculosis y la predisposición al fácil contagio con el virus Covid-19.

La Organización Panamericana de la Salud, la UN-Hábitat y la CEPAL han definido como causas determinantes de las condiciones precarias de la vivienda de interés social en los países de América Latina y el Caribe:

[...] la pobreza, el desempleo, la acelerada urbanización, las altas tasas de migración rural-urbana y la creciente importancia de la migración entre las ciudades, el establecimiento de políticas y marcos reguladores ineficaces, el funcionamiento del mercado legal de tierras, los desplazamientos por desahucios planificados, los desastres naturales y las situaciones de guerra, y la falta de acceso a financiamiento.

Otros datos extraídos del documento *Vivienda saludable: Reto del Milenio en los asentamientos precarios de América Latina y el Caribe* (2006, cap. 2.1) permiten reconocer las estimaciones a escala regional del déficit habitacional cualitativo y cuantitativo de unidades habitacionales, analizado a mediados de los años noventa en la Conferencia Mundial del Hábitat II sobre Asentamientos Humanos; por ejemplo la CEPAL estimó hacia 1995 que

el déficit cuantitativo era entre 23.1 y 27.9 millones de unidades y el déficit cualitativo de aproximadamente 25.6 millones de unidades (Arraigada, Luco C., 2003, véase en OPS, 2006, cap. 2.1).

Según reportes de las Naciones Unidas, en países como Colombia, México, Costa Rica, Paraguay, Guatemala, Perú, Haití, Belice y Nicaragua hubo una disminución del porcentaje de hogares con tenencia segura y más del 50% de la población urbana vive en asentamientos precarios y construye sus viviendas con materiales de construcción de baja durabilidad y alto impacto ecológico; además, aún sigue siendo insuficiente el acceso sostenible a fuentes de abastecimiento de agua potable en América Latina, a principios del siglo XXI, en donde la cobertura más baja se presenta en las zonas rurales, con aproximadamente 60 millones de personas que aún no tienen acceso sostenible a fuentes de agua potable y servicios de saneamiento básico.

El concepto estratégico de “vivienda saludable” (OPS, 2006) surgió en el marco del Simposio Regional Vivienda Saludable: Reto del Milenio en los Asentamientos Precarios de América Latina y el Caribe, que se realizó en el mes de septiembre de 2005 en Lima, Perú; en las áreas rurales de Latinoamérica la pobreza, el desempleo, o la dependencia de un régimen de subsistencia económica, aumentan la migración del campo a la ciudad; por otro lado, los conflictos sociales provocan desplazamientos forzados de hogares de campesinos, que son expulsados hacia las ciudades, formando asentamientos urbanos informales en la periferia conurbada o en zonas limítrofes entre lo rural y lo urbano; la precariedad del hábitat rural, incluyendo el déficit cualitativo del sistema infraestructural de sustentabilidad de la vivienda, hacen de la casa un edificio enfermo, insalubre, sin confort e insostenible como componente de una unidad habitacional y/o entorno paisajístico, por su huella ecológica y por la obsolescencia del sistema de consumo energético que lo abastece de recursos bioenergéticos.

Un referente del gremio de la arquitectura en Latinoamérica, el arquitecto chileno Alejandro Aravena, llamó la “casa vacuna” a una propuesta

presentada en un Conversatorio por Vía Remota (*web site*) organizado por el Colegio de Arquitectos de Perú, denominado “La Vivienda In/Formal. El Interés Social después del Covid-19”, realizado el mes de julio del año 2020. La reflexión que suscita el arquitecto es: si la casa se ha convertido en un refugio para proteger la vida, entonces, ¿cómo debe ser replanteada la composición espacial de la vivienda social? ¿Cómo debe adaptarse la vivienda que se ha construido en un contexto de informalidad y que se encuentra en condiciones precarias de habitabilidad? Si la pandemia genera una política de guerra biológica contra los virus letales, ¿cómo deberán ser diseñadas las ciudades a partir de ahora? Una de las condiciones que más ha afectado las condiciones de habitabilidad son las medidas de distanciamiento social y aislamiento frente a la situación de emergencia; entonces surge la pregunta: ¿cómo se debe diseñar la casa, si se convertirá en adelante en un refugio de protección contra el desastre sanitario que ha ocasionado la actual pandemia por Covid-19?

Las primeras tácticas urbanísticas que se han comenzado a replantear, entre las cuales se ha tomado como referencia el planteamiento de “casa vacuna” del arquitecto Alejandro Aravena, tienen que ver con los indicadores de edificabilidad que se venían practicando, ampliando las áreas de retiro entre predios, la densidad de ocupación, liberando espacio abierto para jardines y aplicando procesos de crecimiento progresivo que acondicionen el espacio en términos bioclimáticos para generar índices de confort óptimos; toda esta táctica es lógica y viable en términos de diseño pasivo, pero en las propuestas convencionales no se han tomado con mayor precaución las medidas de bioseguridad que se deben aplicar al diseño de los espacios, ya que se debe poder resolver un hábitat humano ecológicamente sustentable, que trate los protocolos de seguridad, salubridad e higiene como prioridad en la composición de los espacios públicos y privados, y además la implementación de nuevos modelos de producción social del hábitat humano para normalizar el proceso de mejoramiento integral, eficiente y sostenible de los barrios que presenten condi-

ciones graves de precariedad, para solucionar un hábitat saludable en el inmediato plazo; todo esto dependerá de la voluntad del gobierno frente a la desmercantilización y la ampliación de la asequibilidad a vivienda social saludable.

La viabilidad de un modelo de planeación y ordenamiento territorial que responda a la inmediata emergencia por la pandemia, ha obligado a los diferentes Estados latinoamericanos a enfrentar los intereses de poder y las dinámicas de control del mercado inmobiliario que se vienen reproduciendo, y que mantienen bajo condiciones de subdesarrollo y precariedad muchas de las áreas urbanas ecológicamente estratégicas de las ciudades; de tal forma, ante la compleja situación de especulación de tierras, y la paradójica situación de emergencia provocada por la pandemia, se tiene en un estado de crisis a los gobiernos latinoamericanos, demostrando una incapacidad muy grande para responder a las emergencias ambientales y habitacionales en las áreas más vulnerables. La revisión de casos proyectuales en México, Colombia y Brasil, y una reflexión crítica muy básica sobre las oportunidades de aprovechamiento de las circunstancias de crisis y emergencia actual, para innovar en soluciones arquitectónicas sustentables para el desarrollo del hábitat social rural local.

El tema de la arquitectura de la vivienda rural en América Latina, presentando los resultados de un ejercicio de reflexión académica sobre la experiencia de análisis e interpretación de los recientes modelos emergentes de prototipos de vivienda rural saludable como solución arquitectónica a los problemas de habitabilidad, que en términos de salubridad, seguridad, higiene y distanciamiento social ha provocado la actual situación de pandemia por la propagación del virus Covid-19.

Los protocolos de bioseguridad y las normas preventivas son insuficientes para el control físico espacial de este tipo de agentes contaminantes y virus de transmisión por aerosol y vía aérea; los espacios vitales arquitectónicos se convierten en una alternativa a pensar nuevamente, desde un enfoque holístico y científico, que trate las variables e indicadores de salud, seguridad, producti-

vidad, autosuficiencia, ecoeficiencia, baja huella ecológica, etcétera.

Los pilares de la política de vivienda rural en Colombia (Minvivienda, 2020) plantean: 1) el diálogo social y la participación; 2) el diseño participativo; 3) la eficiencia en el modelo operativo, y 4) la regionalización de los proyectos habitacionales; el Gobierno nacional ha focalizado su intervención hasta el momento en los clústeres geográficos estratégicos que permitirán una mayor integración regional de los proyectos y una eficiente ejecución operativa que requieren proyectos de tipo agroecológico, acciones regenerativas del paisaje y del microclima, al mismo tiempo que se consolida el estado de integralidad y desarrollo sistémico de la operación de intervención sustentable en el territorio.

De tal forma, es clave continuar observando y controlando el proceso de desarrollo y ordenamiento territorial del paisaje rural, para evitar la fragmentación de las unidades de paisaje y la afectación antrópica al ecosistema, disminuyendo la huella ecológica, armonizando el metabolismo del proceso de productividad agroecológica y aumentando los indicadores cualitativos de orden habitacional.

Unidad de planeamiento experimental que plantea la aplicación de criterios de diseño sustentable de sistemas paisajísticos, habitacionales y arquitectónicos, de enfoque productivo y sustentable de territorios estratégicos para la seguridad alimentaria como lo es el paisaje rural local; la UHAEF representa el recurso instrumental estratégico en la planeación local del paisaje y el hábitat rural, pero para el futuro próximo debe “re-inventarse” el modelo convencional de arquitectura de la vivienda social rural actual y concebirse participativamente en comunidad, compartiendo una visión prospectiva viable, equitativa, justa, incluyente, accesible y armónica con el medio ambiente y la tierra.

Los valores y atributos de un modelo de desarrollo habitacional rural local sustentable involucran la implementación de nuevos sistemas de crecimiento progresivo revitalizante de las unidades paisajísticas, mediante sistemas de

productividad agroecológica de cultivos interdependientes, sistemas biodiversos de plantaciones para satisfacer la demanda de las cadenas de abastecimiento urbano, y otro porcentaje para la autosuficiencia alimentaria de los hogares campesinos, además de los excedentes para intercambio y comercio, con el fin de invertir en centros de acopio de materiales de construcción con etiqueta ambiental, subsidiados con “hipotecas verdes”, como biomateriales ecoeficientes. La bio+construcción por etapas de desarrollo sustentable requiere de planeación agroecológica y diseño de la arquitectura del paisaje y del hábitat humano. Las unidades habitacionales rurales productivas y sustentables deben implementarse como establecimientos innovadores, haciendas incluyentes y accesibles en términos sociales y ecológicos; en términos de la visión prospectiva organicista que practicaron arquitectos, sociólogos y urbanistas ambientalistas, en décadas previas a la “post-pandemia Covid-19” se busca generar protección a través de la revitalización del paisaje rural, creando viviendas nucleares, de estructuras topológicas fluidas y tipologías adaptables saludables.

## CONCLUSIÓN

Re-inventarse la concepción arquitectónica de la vivienda social en el paisaje rural local de Colombia, requiere acciones emergentes y prospectivas, es decir, se debe resolver el déficit cualitativo del hábitat rural, y se debe planear el crecimiento progresivo de la vivienda, innovar en el sistema de autoconstrucción y dotar a la unidad agrícola familiar de un sistema de infraestructura que permita el desarrollo de actividades productivas agroecológicas. El presente artículo representa una reflexión crítica que propone una aproximación teórica en tiempos de emergencia habitacional y salutaria.

Los resultados obtenidos hasta el momento del proceso de investigación académica sobre el concepto de la vivienda social rural, y la aplicación de políticas locales de ordenamiento territorial

de las unidades del paisaje en el paisaje rural local, denominadas unidades agrícolas familiares, representa una producción artística de nuevo conocimiento en diseño, que reúne una variedad de proyectos de investigación formativa al nivel de tesis de pregrado, que han practicado principios de diseño sostenible como solución arquitectónica a los problemas de habitabilidad actual, resolviendo variables principalmente funcionales y operativas en relación con las necesidades antrópicas y en relación con el paisaje; también se exploraron soluciones a variables de salubridad, seguridad, higiene y accesibilidad social. De este modo se logró evidenciar el efecto de la conceptualización teórica del tema sobre el proceso de taller de diseño de tipologías Vivienda Social en el Paisaje Rural Local.

Por otro lado, en los distintos documentos revisados sobre vivienda rural se encontró que carecen de aproximaciones históricas a las diferentes temáticas estudiadas. La falta de precisión del concepto habitabilidad cuando se emplea para abordar: la descripción, estudio, argumentación y análisis de la vivienda rural puede generar lecturas ambiguas del concepto, lo que en ocasiones no permite ver de forma concreta si su uso o implementación tiene un fin instrumental (medir, dimensionar, contabilizar, dar forma, generar programas, entre otros), variables cuantitativas, o si se convierte en una categoría de análisis teórico de la cual se desprenden variables cualitativas. Al final el uso del término como concepto, variable o categoría de análisis se difumina y se pierde la capacidad integral que pudiera tener para comprender el fenómeno de la vivienda en entornos rurales.

Lo anterior puede conducir a un problema mayor, recaer en la discusión polarizante del determinismo geográfico o sociocultural de la vivienda (tesis vivienda rural en la Mixteca oaxaqueña) que cierra la posibilidad de la comprensión interdisciplinar del fenómeno, tendencia que afirma la integralidad del concepto. Como conclusión del proceso proyectual, en esta etapa de desarrollo de la investigación falta explorar tanto en la etapa metodológica de comparación de casos de

estudio como en la etapa de estudio de referentes proyectuales, casos de arquitectura de la vivienda rural en Latinoamérica diferentes a los revisados en México, y los que se revisaron en Colombia. De todos modos se pudo aplicar en los proyectos de arquitectura la noción de “vitalidad” en el diseño de formas de emplazamiento apropiadas y regenerativas del medio natural; de igual forma se pudieron poner en práctica técnicas de “auto-suficiencia” aplicadas a los espacios domésticos y productivos, y atributos de “confort” en las áreas de uso privado, aumentando los índices de calidad de vida de la vivienda social rural estándar; recordemos que uno de los aspectos críticos en el diseño arquitectónico de la vivienda rural son los criterios de “diseño pasivo y bioclimático de la arquitectura de la vivienda en el paisaje rural local”, que son criterios prácticos que se pueden implementar en tratamientos de mejoramiento, como en obras nuevas o prototipos que pueden aportar en soluciones sustentables a las determinantes bióticas, abióticas y antrópicas del paisaje en Colombia.

La re-invenición de la habitabilidad rural actual requiere actualizarse en sus sistemas, y fortalecerse en su esencia corpórea orgánica vital. Además, las necesidades por resolver nuevas actividades domésticas y productivas para el desarrollo sostenible de los hogares campesinos influyen en un cambio de valores que debe ser liderado por el Estado y el gremio de los arquitectos, para influenciar un positivo y sano cambio de hábitos de consumo en la población civil; cuando somos conscientes de nuestra salud y de lo que se requiere para conservarla, buscamos recurrentemente transformar nuestros paradigmas de vida, como consumir alimentos sanos y producidos sin contaminantes; de igual forma, todos los seres humanos esperan poder acceder a un nuevo sistema de habitabilidad que nos enseñe cómo sustentar la vida, según los cambios que puedan presentarse en el ecosistema planetario de la tierra.

Es tiempo de superar con eficiencia y creatividad los convencionalismos tecnológicos en el hábitat humano para mejorar las condiciones de habitabilidad en la vivienda social rural, entender

los valores aplicables de los conocimientos tradicionales sobre la construcción de espacios habitables, confortables, saludables y productivos. La cosmovisión, articulada a la siempre contingente renovada tecnovisión del mundo progresista y civilizado, determinan un liderazgo de parte de los creativos y diseñadores, de proyectar una visión prospectiva viable y revitalizante que permita al ser humano coexistir junto al resto del ecosistema natural, en un hábitat saludable en su atmósfera, seguro y protegido en su biosfera, y consciente en su noosfera de conocimiento común.

La interpretación bioclimática, biomórfica, bioespacial del concepto de arquitectura de la vivienda social rural que se piense para el futuro próximo post-pandemia, requiere de alternativas operativas y eficientes, es decir sustentables; la percepción de los procesos ecosistémicos en el paisaje es que son también factores físico-espaciales a tener en cuenta en el diseño del entorno de desarrollo ecológico territorial. En el paisaje rural campesino de Latinoamérica se debe recuperar un imaginario de desarrollo sostenible a partir de los valores locales y la visión mundial que está dirigida al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. El hábitat actual, tanto en el componente urbano como rural en las ciudades se ve afectado por una condicionante de orden salutarario urgente. La respuesta en términos de la transformación y adaptación de las infraestructuras físico-espaciales que sustentan la habitabilidad en la ciudad, ha sido precaria y deficiente; un ejemplo, en términos de equipamientos de seguridad social como los hospitales y centros de atención médica en las zonas rurales, demuestra indicadores con déficits cuantitativos y cualitativos.

Las nuevas necesidades habitacionales se suman a las anteriores, sobre todo en contextos de subdesarrollo cultural y socioeconómico; lo importante es superar la crisis como civilización, como nación, sociedad y como gremio; las situaciones urgentes requieren acciones inteligentes y emergentes; podríamos pensar desde ahora, a dos años de origen de la pandemia mundial por el virus Covid-19, que el efecto post-pandemia mas

útil desde la disciplina de la arquitectura sería recuperar y poner en evidencia todo el conocimiento sobre tácticas y estrategias para acondicionar los espacios habitacionales del hombre según su contexto geográfico de localización, y disponer de los conocimientos, tratados, códigos normativos y estudios sobre la arquitectura de la vivienda rural y el diseño arquitectónico del hábitat en contextos de valor ambiental, todo esto con el fin de aportar en la comprensión de la visión prospectiva que debe resolver a partir de ahora, como oportunidad de desarrollo habitacional, en términos de sostenibilidad.

Podremos pensar hoy en el año 2021, a inicios del siglo XXI, que es tiempo de entrar a una nueva dimensión de existencia como seres humanos y como grupos humanos identificados con un territorio de vida; “todo tiempo futuro siempre será mejor”, analizando la historia de las ciudades y específicamente la evolución morfológica y tipológica de la arquitectura de la vivienda rural en búsqueda de su adaptación a un clima, a un lugar en la tierra; y ha avanzado su concepción espacial y tecnológica; esto confronta la frase “todo tiempo pasado fue mejor”, ya que en el imaginario el confort espacial se reducía en el pasado al mantenimiento de valores culturales preestablecidos y a tradiciones constructivas que funcionaron en su momento para asegurar el cobijo y la protección de los habitantes; es importante reconocer la evolución de los sistemas materiales en tipologías autóctonas y vernáculas de vivienda rural, así como en las infraestructuras de la vivienda rural colonial se puede observar la incorporación de sistemas de confort en la habitabilidad, como el patio, el zaguán, el pasillo, etcétera.

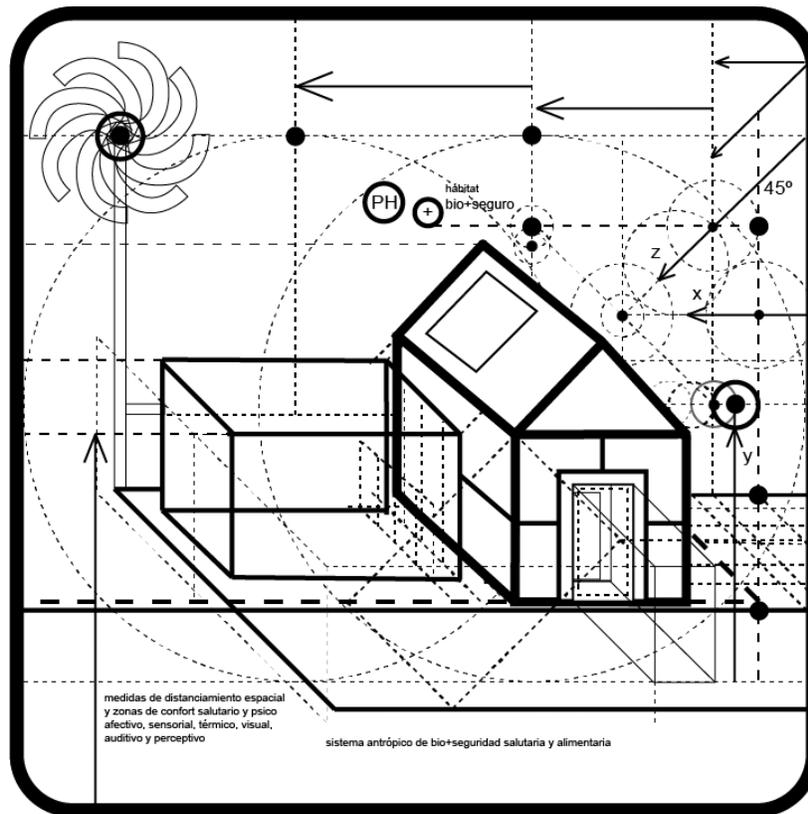
La modernidad en Colombia y en general en Latinoamérica trajo la idea de progreso en el desarrollo habitacional, con la importación de modelos y prototipos de habitabilidad, que se interpretaron a través de diseños paradigmáticos producidos a partir de una concepción funcionalista, utilitaria y mecanicista; la gran transformación producida en los modelos de vivienda social rural se fundamentó en las propiedades de los sistemas constructivos de articular los momen-

tos evolutivos entre las técnicas tradicionales que permitían el acceso a recursos locales biodegradables, y las técnicas normalizadas de la construcción convencional regulada basadas en principios de sismo-resistencia y prevención contra incendios; ambas concepciones se hibridaron, permitiendo instaurar en el imaginario social una idea básica de confortabilidad físico-espacial en la vivienda social rural, que le faltaba introducir otros atributos y valores tecnológicos para responder eficientemente a las funciones que se llevaban a cabo en el campo en las unidades paisajísticas rurales de actividad agropecuaria.

Hoy en día, en el mundo contemporáneo se han diversificado las soluciones, pero aún es importante observar el déficit habitacional en términos de integralidad y sustentabilidad ecoeficiente y autosuficiente en el diseño de la arquitectura de la vivienda social rural. También se seguirá resolviendo la necesidad inmediata de acceso a servicios públicos, pero promoviendo a través de etiquetas verdes el uso de mecanismos de ahorro energético, el acceso a materiales de bajo impacto ambiental y la implementación de sistemas constructivos alternativos biodegradables, producidos a nivel local por las mismas comunidades, para formarlos en la invención de nuevas tecnologías, como estrategia de “desarrollo social técnico interno”; la habitabilidad consciente e inteligente es una necesidad social que reclama quien habita y quien tiene la posibilidad de hacerse cargo de su vivienda, pero en las condiciones de cambio se incorporan nuevas cualidades que inciden en lo técnico y constructivo, haciendo necesario el trabajo participativo con el apoyo de la comunidad y la asistencia de asesores técnicos y profesionales.

FIGURA 2

Corema ilustrativo del concepto de unidad habitacional rural productiva



Fuente: elaboración propia con base en Perea Restrepo, Sergio Antonio. Arq.MA. (2021). Conceptualización infográfica sobre la arquitectura de la vivienda social rural bio+segura. Bogotá, DC.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### ARTÍCULOS

Báez, Alejandro. (2001). *Habitabilidad*. V Seminario Nacional de Teoría de la Arquitectura, noviembre de 2001, tema: "Pensamiento y obra de José Villagrán García, introducción a una morfología arquitectónica". México, DF. [https://www.academia.edu/28916394/la\\_habitabilidad\\_1\\_la\\_meta](https://www.academia.edu/28916394/la_habitabilidad_1_la_meta)

Boils Morales, Guillermo. (2003). Las viviendas en el ámbito rural. *Revista de Información y Análisis, Cultura Estadística y Geografía*, núm. 23, pp. 43-53. México. [http://internet.contenidos.INEGI.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/notas/notas23.pdf](http://internet.contenidos.INEGI.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/notas/notas23.pdf)

Casals-Tres, Marina, Arcas-Abella, Joaquim, y Cuchí Burgos, Albert. (2013). Aproximación a una habitabilidad articulada desde la sostenibili-

dad: Raíces teóricas y caminos por andar. *INVI*, 28(77): 193-226. <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/invi/article/view/680/1078>

Echeverría Ayala, Edda. (2008). *Transformación de la arquitectura tradicional en territorios comunales indígenas en México: Conservación y destrucción del hecho arquitectónico como patrimonio que representa y reproduce un paisaje cultural*. X Coloquio Internacional de Geo-crítica, Barcelona, 26-30 de mayo. España: Universidad de Barcelona. <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/255.htm>

Larraga Lara, Rigoberto, Aguilar Robledo, Miguel, y Fortaneli Martínez, Javier. (2014). La vivienda tradicional y sus componentes de sostenibilidad: Estudio comparativo entre nahuas y te-neks en la Huasteca potosina, México. *Revista Académica de Investigación Tlaxteomani*, núm 17, noviembre, pp. 170-198. España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7350903>

- Lemus Yáñez, Francisco Javier. (2012). *Vivienda rural en México*. Trabajo presentado para el Seminario de Investigación de Desarrollo Local, impartido por el doctor Manuel Perló Cohen en el IIS-UNAM, septiembre. México, DF: UNAM. [https://www.academia.edu/1975817/Vivienda\\_rural\\_en\\_M%C3%A9xico](https://www.academia.edu/1975817/Vivienda_rural_en_M%C3%A9xico)
- Méndez, Marlon. (2005). Contradicción, complementariedad e hibridación en las relaciones entre lo rural y lo urbano. En: Héctor Ávila Sánchez (coord.), *Lo urbano-rural: ¿Nuevas expresiones territoriales?* Cuernavaca, México: UNAM/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. <https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/Lo%20urbano%20rural.pdf>
- Perea Restrepo, Sergio Antonio. (2016). Lecciones sobre permacultura para un hábitat simbiótico en el paisaje cultural cafetero. *Dearq. Revista de Arquitectura y Antropología*, núm. 19, pp. 44-51. Bogotá, DC: Universidad de los Andes. <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.18389/dearq19.2016.04>
- Saldarriaga Roa, Alberto. (2006). *Hábitat y arquitectura en Colombia*. Bogotá, DC, Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano-Facultad de Artes y Diseño. [https://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-habitat\\_y\\_arq.\\_pag.pdf](https://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field_attached_file/pdf-habitat_y_arq._pag.pdf)
- Sánchez Quintanar, Concepción, y Jiménez Rosas, Eric Orlando. (2010). La vivienda rural. Su complejidad y estudio desde diversas disciplinas. *Revista Luna Azul*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727232011.pdf>
- Sánchez Suárez, Aurelio. (2006). La casa maya contemporánea. Usos, costumbres y configuración espacial. *Península*, I(2), otoño, pp. 81-105. [https://issuu.com/arquitecturasdelsur/docs/as\\_47\\_reemplazo](https://issuu.com/arquitecturasdelsur/docs/as_47_reemplazo)
- Secretaría Distrital de Planeación. (2019, martes 19 de febrero). *Se premian prototipos de viviendas sostenibles y productivas para la ruralidad*. Bogotá, DC: Alcaldía de Bogotá. Recuperado de: <http://www.sdp.gov.co/noticias/se-premian-prototipos-de-viviendas-sostenibles-y-productivas-la-ruralidad>
- . (2019, martes 21 de febrero). *Innovación: La gran protagonista en el concurso de ideas para el diseño de viviendas sostenibles rurales*. Bogotá, DC: Alcaldía de Bogotá. <http://www.sdp.gov.co/noticias/innovacion-la-gran-protagonista-concurso-de-ideas-diseno-de-viviendas-sostenibles-rurales>
- Torres Veytia, Eduardo, Vega Díaz, Luz Malinalli, e Higuera Meneses, Claudia. (2011). La dimensión socio espacial de la vivienda rural en la ciudad de México. El caso de la delegación Milpa Alta. *INVI*, 26(73), noviembre, pp. 201-223. Santiago de Chile, Chile. <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/564>
- Vázquez-Torres, María del Rayo, Navarrete García, Mónica, Castillo Reyes, Alberto, y Hernández Álvarez, Aram Isaí. (2018). Vivienda vernácula en la Sierra Norte del estado de Puebla: La región cafetalera. *Revista de Arquitectura y Diseño*, núm. 2-5, pp. 35-43. España. [http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/arquitectura\\_y\\_diseno/vol2num5/revista\\_de\\_arquitectura\\_y\\_dise%C3%B1o\\_v2\\_n5\\_9.pdf](http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/arquitectura_y_diseno/vol2num5/revista_de_arquitectura_y_dise%C3%B1o_v2_n5_9.pdf)

#### TESIS

- Chavira Orozco, Lucía, Garay Tesorero, Ángel, y Silva Bustillos, Yiriko Bertha. (1990). *Alternativas ante el proceso de urbanización de la delegación de Milpa Alta: Proyecto de vivienda productiva*. Tesis de Licenciatura en Arquitectura. México, DF: UNAM. [https://repositorio.unam.mx/contenidos/alternativas-ante-el-proceso-de-urbanizacion-de-la-delegacion-de-milpa-alta-proyecto-de-vivienda-productiva-y-centro-d-292630?c=bgqz7r&d=false&q=arquitectura&i=9&v=1&t=search\\_o&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/alternativas-ante-el-proceso-de-urbanizacion-de-la-delegacion-de-milpa-alta-proyecto-de-vivienda-productiva-y-centro-d-292630?c=bgqz7r&d=false&q=arquitectura&i=9&v=1&t=search_o&as=0)
- Fuentes Ibarra, Luis Guillermo. (2014). *La vivienda y el hábitat rural en la región Mixteca oaxaqueña, cambios de la vivienda en Tepelmeme Villa de Morelos, Coix*. Tesis de Doctorado en Urbanismo. México, DF: UNAM. [https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=AzqZ42&m=clear\\_t&d=false&v=1&t=search\\_1&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=AzqZ42&m=clear_t&d=false&v=1&t=search_1&as=0)
- Graham Sohle, Mario Amado, y Pérez Márquez, José Carlos. (1994). *Estudio de vivienda ecológica en Villa Milpa Alta*. Tesis de Licenciatura en Arquitectura. México, DF: UNAM. [https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=erxdjx&i=5&d=false&t=search\\_o&v=1&as=0&q=arquitectura](https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=erxdjx&i=5&d=false&t=search_o&v=1&as=0&q=arquitectura)
- Montalvo Escamirosa, Lorenzo Franco. (2011). *Vivienda rural y entorno para reducir los efectos negativos en la salud de los habitantes. Modelo de evaluación Ocuilapa de Juárez*,

- Chiapas. Tesis de Doctorado en Arquitectura. México, DF: UNAM. [https://repositorio.unam.mx/contenidos/vivienda-rural-y-entorno-para-reducir-los-efectos-negativos-en-la-salud-de-los-habitantes-modelo-de-evaluacion-ocuilap-101936?c=4EYwLA&d=false&q=\\*\\*&i=1&v=1&t=search\\_o&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/vivienda-rural-y-entorno-para-reducir-los-efectos-negativos-en-la-salud-de-los-habitantes-modelo-de-evaluacion-ocuilap-101936?c=4EYwLA&d=false&q=**&i=1&v=1&t=search_o&as=0)
- Paredes Medina, Daniela. (2018). *Sustentabilidad en lo rural: El caso de las ciudades rurales sustentables en Chiapas desde un enfoque de ordenamiento territorial y vivienda*. Tesis de Maestría en Economía. México, DF: UNAM. [https://repositorio.unam.mx/contenidos/sustentabilidad-en-lo-rural-el-caso-de-las-ciudades-rurales-sustentables-en-chiapas-desde-un-enfoque-de-ordenamiento-territorial-y-vivienda.\\_.Tesis.\\_de.\\_maestr%C3%ADA\\_en\\_econom%C3%ada%2c\\_unam%2c\\_m%C3%A9xico.&i=1&v=1&t=search\\_1&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/sustentabilidad-en-lo-rural-el-caso-de-las-ciudades-rurales-sustentables-en-chiapas-desde-un-enfoque-de-ordenamiento-territorial-y-vivienda._.Tesis._de._maestr%C3%ADA_en_econom%C3%ada%2c_unam%2c_m%C3%A9xico.&i=1&v=1&t=search_1&as=0)
- Perea Restrepo, Sergio Antonio. (2017). *Vitalidad, habitabilidad y confort. Criterios de valoración ambiental de la arquitectura en el paisaje urbano histórico local*. Tesis de Maestría en Arquitectura. Bogotá, DC: Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/3246>
- Sandoval Macías, Cristina del Carmen. (2015). *Evaluación de habitabilidad en la vivienda rural producida por la intervención pública*. Tesis para obtener el grado de maestra en Ciencias del Hábitat en Arquitectura. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí-Instituto de Investigación y Posgrado-Facultad del Hábitat. <http://ninive.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3810>
- Vázquez López, Selene del Carmen. (2013). *La vivienda sustentable en comunidades rurales (caso de estudio: municipios aledaños a Tuxtla Gutiérrez, Chiapas)*. Tesis de Maestría en Ingeniería. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería Civil- Construcción. México. [https://repositorio.unam.mx/contenidos/la-vivien-da-sustentable-en-comunidades-rurales-caso-de-estudio-municipios-aledanos-a-tuxtla-gutierrez-chiapas-3530108?c=BZeOxe&d=false&q=\\*\\*&i=2&v=1&t=search\\_1&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/la-vivien-da-sustentable-en-comunidades-rurales-caso-de-estudio-municipios-aledanos-a-tuxtla-gutierrez-chiapas-3530108?c=BZeOxe&d=false&q=**&i=2&v=1&t=search_1&as=0)
- LIBROS**
- Ávila Sánchez, Héctor. (Comp. Ed.). (2005). *Lo urbano-rural, ¿nuevas expresiones territoriales?* Cuernavaca, México: Ed. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/UNAM CRIM. <https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/Lo%20urbano%20rural.pdf>
- Fidel, Carlos, y Romero, Gustavo (Coord.). (2017). *Producción de vivienda y desarrollo urbano sustentable*. México: UNAM-Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20170609025110/ProduccionDeVivienda.pdf>
- Fonseca, Lorenzo, y Saldarriaga Roa, Alberto. (1984). *La arquitectura de la vivienda rural en Colombia*, tomos I y II. Bogotá, DC: Ministerio de Educación Nacional/Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2658069>
- ICOMOS. (1999). *Carta del patrimonio vernáculo construido, ratificada por la 12ª Asamblea General en México, en octubre de 1999*. <https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/01/8.cartapatrimoniovernaculoconstruido.pdf>
- Olgay, Víctor. (1998). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Madrid, España: Gustavo Gili. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=37338>
- Perea Restrepo, Sergio Antonio. (2012). *Eco+pedagogía: Didáctica de educación ambiental en arquitectura*. Bogotá, DC: Universidad Piloto de Colombia. <https://www.unipiloto.edu.co/ecopedagogia-didactica-de-la-educacion-ambiental-en-arquitectura/>
- Rivera Espinosa, Ramón. (2017). *Etnoarquitectura y sistemas constructivos en México y Colombia*. Málaga, España: Universidad de Málaga/Servicios Académicos Intercontinentales para Eumed.net. <https://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2016/filosofia/etnoarquitectura-ramon%20rivera.pdf>
- Secretaría del Hábitat. (2019). *Re-imaginemos la vivienda rural en Bogotá para un diseño participativo*. Bogotá, DC: Cartilla Guía de Vivi-

- enda Rural/Alcaldía de Bogotá, República de Colombia. [https://www.habitatbogota.gov.co/sites/default/files/documentos/30122020%20cartilla%20rural%20final\\_o.pdf](https://www.habitatbogota.gov.co/sites/default/files/documentos/30122020%20cartilla%20rural%20final_o.pdf)
- Torres Zárate, Gerardo. (2009). *La arquitectura de la vivienda vernácula*. México: Instituto Politécnico Nacional/Colegio Vanguardista de Ingenieros Arquitectos, A. C./Plaza y Valdés. <https://es.scribd.com/document/429406247/Vivienda-Vernacula>
- Wassouf, Micheel. (2017). *De la casa pasiva al estándar passivhaus. La arquitectura pasiva en climas cálidos*. Barcelona: Editorial GG.

# Análisis de costo-beneficio de estrategias de climatización pasiva en vivienda social en Ciudad Juárez, Chihuahua

## *Cost-benefit analysis of passive air conditioning strategies in social housing in Ciudad Juarez, Chihuahua*

Doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.165>

**LILIANA KARINA ALBA GÓMEZ**

<http://orcid.org/0000-0002-5818-571X> / [al186994@alumnos.uacj.mx](mailto:al186994@alumnos.uacj.mx)  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

**LUIS CARLOS HERRERA SOSA**

<http://orcid.org/0000-0002-7663-200X> / [carlos.herrera@uacj.mx](mailto:carlos.herrera@uacj.mx)  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

**CARLOS JAVIER ESPARZA LÓPEZ**

<http://orcid.org/0000-0003-0058-5072> / [cesparza@uacol.mx](mailto:cesparza@uacol.mx)  
Universidad de Colima, México

Recibido: 03 de diciembre de 2020. Aceptado: 21 de abril de 2021.

### RESUMEN

La vivienda de interés social es un segmento de la construcción que se encuentra regido principalmente por interés económico, tratando de solventar una problemática social. En años recientes se ha vertido un auténtico interés en este tipo de vivienda por responder a su adaptación climática en aras de responder a la función primigenia del hábitat: generar un refugio del exterior. Sin embargo, pareciera que los estudios realizados hacia la reconversión de la vivienda más adecuada al ambiente contraponen los intereses económicos y, por ende, se descartan de manera automática. Con esta investigación se pretende demostrar la posibilidad de aplicar adecuaciones climáticas pasivas a viviendas construidas sin socavar la economía familiar, mediante un análisis de costo-beneficio aplicando la metodología de análisis de costo de ciclo de vida. El estudio se realizó mediante simulaciones de escenarios, implementando mejoras a una vivienda tipo de 50.95 m<sup>2</sup>. Los escenarios simulados fueron el modelo base (MB), implementación de protección solar,

aislamiento en ventanas, aislamiento en cubierta, aislamiento en muros y todas las estrategias previas. El análisis de costo-beneficio se realizó mediante una proyección numérica a 30 años con una tasa de inflación para la energía eléctrica del 5%, de interés nominal del 4.22% y de inflación de 4.03%. Los resultados mostraron que los modelos con mayor eficiencia fueron todas las estrategias (98.5%) y aislamiento en muros (94.6%). En términos económicos, el mayor ahorro neto fue el aislamiento en muros por encima de todas las estrategias, con un ahorro de \$196,216.99 con un tiempo de retorno de siete años.

**Palabras clave:** costo-beneficio, vivienda social, México, adecuación climática, simulación.

### ABSTRACT

Low-income housing is a segment of construction that is governed mainly by economic interests trying to solve a social problem. In recent years there has been a real interest in this type of housing to respond to its climatic adaptation



in order to respond to the original function of the habitat: to generate a refuge from the outside. However, it seems that the studies carried out toward the conversion of the most suitable housing to the environment contradict economic interests and, therefore, are automatically discarded. This research aims to demonstrate the possibility of applying passive climatic adaptations to build homes without undermining the family economy, through a cost-benefit analysis applying the life cycle cost analysis methodology. The study was carried out through simulations of scenarios implementing improvements to a 50.95 m<sup>2</sup> typical house. The simulated scenarios were the base model (MB), implementation of solar protection, window insulation, roof insulation, wall insulation, and all previous strategies. The cost-benefit analysis was carried out through a 30-year numerical projection with an inflation rate for electric power of 5%, a nominal interest rate of 4.22%, and an inflation rate of 4.03%. The results showed that the models with the highest efficiency were all strategies (98.5%) and insulation in walls (94.6%). In economic terms, the greatest net saving was the insulation in walls above all the strategies, with a saving of \$196,216.99 pesos with a payback time of seven years.

**Keywords:** cost-benefit, social housing, Mexico, climate adaptation, simulation.

## INTRODUCCIÓN

El análisis de costo de ciclo de vida (ACCV), que en términos sencillos puede interpretarse como un análisis de costo-beneficio para la producción de bienes y servicios, es un tema fundamental para conocer la viabilidad económica de los proyectos que integran propuestas pasivas o de ahorro energético.

En la actualidad las propuestas arquitectónicas bioclimáticas, como la aplicación específica de estrategias de climatización pasiva, se suponen esenciales para un modelo productivo que tenga entre sus objetivos el ahorro o el gasto inteligente. Sin embargo, por lo regular dichas es-

trategias sólo se valoran desde el punto de vista del ahorro energético y pocas veces son consideradas desde la viabilidad económica durante todo el ciclo de vida.

Este trabajo de investigación parte de la pregunta: ¿cuál es el ahorro energético y económico que se deriva de la implementación de estrategias de climatización pasiva en la vivienda de interés social en Ciudad Juárez, en comparación con la inversión a largo plazo o la incertidumbre del retorno de la inversión inicial?

El objetivo general de este artículo es presentar los resultados de evaluar cinco estrategias de climatización pasiva, con la finalidad de determinar cuál estrategia es la más eficiente, ponderando el ahorro energético y el costo económico desde el punto de vista del habitante de vivienda social de 50.95 m<sup>2</sup> de construcción (Comisión Nacional de Vivienda [México], 2007: 51), ubicada principalmente en los linderos perimetrales de la traza urbana, en el clima cálido seco como es el caso de Ciudad Juárez, Chihuahua.

En este proyecto de investigación se aborda la problemática de viviendas ya construidas, partiendo de la premisa de que su forma arquitectónica no corresponde con el clima cálido seco de Ciudad Juárez, por ello se propone como eje rector de la investigación la reconversión de viviendas de interés social ya edificadas y que pueden encontrarse habitadas o abandonadas en toda la ciudad, especialmente los desarrollos en el borde suroriente de Ciudad Juárez.

## JUSTIFICACIÓN

Comprender la problemática global en el marco del desarrollo sostenible e identificarla a nivel local, problematizar y proponer algunas alternativas que coadyuven a cumplir con los propósitos de éste, son algunas de las razones por las cuales esta investigación ha sido desarrollada con énfasis en la vivienda de interés social. De acuerdo con Maycotte *et al.* (2015: 9), “Ciudad Juárez fue una de las principales ciudades receptoras de la política de vivienda del Gobierno federal puesta en mar-

cha desde al año 2002, de forma tal que produjo el mayor número de vivienda económica a nivel nacional en cuatro ocasiones consecutivas”.

Esto se debe a que Ciudad Juárez tiene 1'242,841 habitantes (INEGI, 2015), que representan el 34.81% de la población total del estado de Chihuahua.

Además, cerca del 82% de la población económicamente activa tiene ingresos iguales o menores a 3.9 veces el salario mínimo (VSM), lo cual hace a esta población potencial beneficiario de financiamientos ofertados por instituciones públicas, principalmente Infonavit (Maycotte *et al.*, 2015: 9).

Podría pensarse que una población económicamente activa puede acceder a este tipo de viviendas que oferta el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), que es la institución gubernamental encargada de proporcionar vivienda digna para la clase trabajadora, lo cual no es del todo cierto, pues de acuerdo con datos del INEGI (2015), de las 490,670 viviendas particulares que se encuentran en Ciudad Juárez, 115,692 están deshabitadas y de éstas, 30 mil son viviendas financiadas por esta institución. Esta situación de abandono ha sido producto de que estas viviendas no responden a las necesidades espaciales y de ubicación que requieren sus habitantes, pues se localizan en áreas alejadas de la traza urbana y, además, no resuelven de manera adecuada las necesidades de refugio para el clima extremo del lugar (Herrera, Ordóñez y Peña, 2018).

En México, aproximadamente el 40% de los hogares viven en pobreza energética (García y Graizbord, 2016), entendida ésta como la situación en la que se encuentran las familias que destinan más del 10% de su ingreso familiar en pago de servicios (Boardman, 2013), específicamente en el pago de electricidad y gas. En términos generales un gasto superior al 10% del ingreso familiar pierde su poder adquisitivo, y las familias tienen una limitada capacidad de ahorro.

Por lo anterior, en esta investigación se aborda el eje económico del desarrollo sostenible, pues la mayoría de las investigaciones locales realizadas en analizar estrategias climáticas versan

exclusivamente en torno al ahorro energético en la vivienda, centrándose básicamente en estudios sobre las características de los materiales (Velázquez, 2017), propuestas de nuevas técnicas y materiales que logren un buen diseño bioclimático (Esparza *et al.*, 2018; García-Solórzano *et al.*, 2020), y dejan de lado el tema de la factibilidad económica a largo plazo con datos cuantitativos verificables.

## VIVIENDA Y SOSTENIBILIDAD

Actualmente resulta imprescindible abordar el tema de sostenibilidad en relación con problemáticas de la forma construida, en este caso la vivienda de interés social. En el año 1983, en el seno de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) surgió la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente con la intención de comprender el fenómeno de crecimiento económico y el medio ambiente, proponer acciones y evaluar los respectivos resultados.

En 1987 esta comisión publicó un informe titulado *Nuestro futuro en común* (Brundtland, 1987), en el cual se instaura el concepto contemporáneo de desarrollo sostenible con la siguiente descripción: “[...] El desarrollo sostenible requiere satisfacer las necesidades de todos y extender a todos la oportunidad de satisfacer sus aspiraciones a una vida mejor [...]” [*Sustainable development requires meeting the basic needs of all and extending to all the opportunity to satisfy their aspirations for a better life*] (Brundtland, 1987: 37), principio que a partir de ese momento se introdujo en distintas disciplinas del conocimiento como un enfoque específico para abordar problemáticas particulares.

Cuando hablamos de vivienda social y proponemos alternativas de diseño, es imperativo pensar en desarrollo sostenible. Ya no podemos considerar un proyecto de vivienda ajeno a las situaciones económicas que afectan nuestro país y al mundo. Ya no podemos cerrar los ojos y creer que las acciones u omisiones de diseño no tienen impacto en el medio ambiente. No podemos

construir sin considerar la problemática social y calidad de vida del futuro usuario. Cuando diseñamos, debemos abordar la solución desde esta perspectiva, sólo así es que un proyecto de vivienda se puede considerar completo e integral. Esto favorecerá que las ciudades sean más sostenibles y que vayan a la par con los objetivos del desarrollo sostenible a nivel global.

[...] México es un país con gran demanda de vivienda y el potencial para mejorar las condiciones de los usuarios y tener un impacto positivo en el ambiente es enorme. Los desarrolladores de vivienda deben de estar convencidos de los beneficios que el diseño de desarrollos sustentables les crea. La sociedad informada y consciente deberá empezar a exigir la construcción de vivienda sustentable como un medio para mejorar la calidad de vida, garantizar la conservación de nuestros recursos naturales y asegurar el bienestar a las futuras generaciones [...] (Sánchez, 2008: 182).

Considerar el impacto de este número de viviendas debe ser primordial en la agenda de todos los países. Por estas razones, el tener en cuenta una estrategia sostenible en el momento de planear, diseñar y construir es la oportunidad de mejorar la calidad de vida de millones de personas en México. Al incluir en el diseño de la vivienda de interés social conceptos de adecuación climática y estrategias de climatización pasiva de acuerdo con los requerimientos específicos de cada lugar, permite que los habitantes puedan estar más tiempo en su zona de confort a un menor costo energético.

#### ANÁLISIS DEL COSTO DE CICLO DE VIDA

La incertidumbre de los resultados a largo plazo en la implementación de estrategias de climatización pasiva es una de las primeras disyuntivas con que se encuentra el usuario; sin embargo, el método del ACCV es una herramienta económica que nos puede ayudar a la toma de decisiones presentes a futuro. Existen metodologías globalmente aceptadas como la desarrollada por Fuller

y Petersen (1996) que sirve como guía para entender la metodología del costo de ciclo de vida y criterios establecidos por el programa federal de gestión de energía para la evaluación económica de proyectos de conservación de energía y agua, y proyectos de energía renovable en un edificio federal en Estados Unidos y que puede aplicarse en análisis de costo-beneficio en otro tipo de edificios.

El análisis de costo-beneficio debe incluir la visualización de cuál alternativa o estrategia pasiva es la mejor; por ejemplo: aislación térmica en techo, aislación térmica en muros, ventanas doble vidrio en la vivienda, entre otras; todas estas alternativas deberán plantearse y analizarse antes de comenzar la reconversión de la vivienda. Asimismo se toman en cuenta la evaluación de niveles de eficiencia, método ahorro-inversión, criterios para asignar prioridades, costo de oportunidad, evaluación social, efectos indirectos como menor emisión de CO<sub>2</sub>, puntos de vista del ahorro energético, hasta llegar a la evaluación de si estos proyectos son justificables económicamente según el costo de vida útil determinado.

## METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS

La investigación desarrollada se aplicó a un modelo de vivienda de 50.95 m<sup>2</sup>, bajo un esquema metodológico de tipo cuantitativo con análisis causa-efecto, por medio de simulación, que pone énfasis en el uso de modelos y analogías (Groat y Wang, 2002) (véase tabla 1).

### CASO DE ESTUDIO

La vivienda de estudio se encuentra ubicada en el área periférica al suroriente de Ciudad Juárez, en el fraccionamiento Pedregal de San Isidro III, etapa II. Forma parte del desarrollo de viviendas económicas desarrolladas masivamente a partir del año 2005.

El sistema constructivo es el siguiente: muros de bloque de concreto medio de 0.15 m de espesor, con acabados de mortero a base de cemento: arena de 0.025 m de espesor al exterior y yeso de

**TABLA 1**  
Método de investigación aplicado

<b>Diseño de investigación</b>		
Objeto de estudio Vivienda de interés social de 50.95m <sup>2</sup>	Parámetros de evaluación Ahorro energético Análisis costo-beneficio	Método de evaluación Simulación térmica dinámica Análisis costo-beneficio
<b>Caso base</b>		
Criterios de selección de estrategias de climatización pasiva	Características físico-espaciales y constructivas	Variaciones de estrategias de climatización pasiva
<b>Simulación térmica</b>		
Archivos meteorológicos	Estrategia de simulación	Criterios de selección del simulador
Estudio comparativo		
Conclusiones		

Fuente: Groat y Wang (2002).

0.015 m de espesor al interior. Cubierta a base de vigueta y bovedilla con casetón de 0.15 m de espesor con acabado interior de yeso de 0.15 m de espesor e impermeabilizado con asfalto de 0.01 m de espesor al exterior. El piso interior es de concreto armado de 0.10 m de espesor. Las puertas exteriores de madera densa de 0.006 m de espesor. Por último, las ventanas de vidrio sencillo de 0.003 m de espesor.

### *SIMULACIÓN TÉRMICA*

Para la simulación se utilizó el programa Desing Builder 6.0. Este programa proporciona los datos del desempeño ambiental requeridos para la investigación, tales como: consumo de energía por climatización del edificio, ventilación natural, protección de radiación solar directa, temperaturas máximas y mínimas de los espacios (DesingBuilder®, 2010).

DesignBuilder® utiliza EnergyPlus™ como herramienta de cálculo para la simulación dinámica. Para los datos meteorológicos se utilizó el archivo EPW MEX\_CHH\_Ciudad.Juarez-Gonzalez.Intl.AP.760753\_TMYx.2004-2018.zip (Onebuilding.org, 2020).

El periodo de análisis: del 01 de enero al 31 de diciembre, además se hizo un estudio para el periodo cálido (mayo a septiembre) y otro para el periodo frío (noviembre a marzo).

Se consideró el caso de estudio como modelo base, el cual será comparado con cada una de las estrategias pasivas a evaluar.

### *ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO*

El análisis de costo-beneficio es una herramienta de evaluación de proyectos, útil para evaluar si un proyecto producirá beneficios superiores a sus costos y de esta manera determinar, entre varias alternativas válidas para conseguir un propósito, cuál obtiene los beneficios buscados con el menor costo y cuál produce el mayor beneficio neto para la economía en conjunto.

Son seis los pasos que se deben considerar para llevar a cabo el análisis de costo-beneficio:

1. Definir el proyecto: en qué consiste, y en qué consiste su alternativa.
2. Definir los costos y los beneficios que brindarán ambas situaciones.
3. Asignar valores (en términos monetarios) a los beneficios y costos definidos.
4. Actualizar los valores al momento presente.
5. Aplicar criterios de decisión (obtener un único número que facilite la toma de decisiones).
6. Si hay que decidir entre varios proyectos rentables, establecer criterios para asignar prioridades.

El análisis de costo-beneficio se hizo desde el punto de vista del habitante a un periodo de estudio de 30 años, por el tiempo de vida del bien inmueble y por la duración del crédito que asume el habitante para su adquisición. La tasa de inflación para la energía eléctrica se consideró del 5% de acuerdo con el índice nacional de precios

al consumidor (INPC) (Banxico, 2020). La tasa de interés nominal (bruta) bancaria utilizada fue de 4.22% (Banxico, 2020), y una tasa de inflación de 4.03% (INEGI, 2010).

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACIÓN PASIVA

Para la selección de las estrategias de climatización pasiva a evaluar se consideró lo siguiente:

- Requerimientos de climatización de acuerdo con el diagnóstico climático de Ciudad Juárez.
- Costo de implementación en la vivienda de interés social.
- Accesibilidad para el habitante de las viviendas.

De acuerdo con lo anterior, las estrategias de climatización pasiva a evaluar son las siguientes: protección solar en ventanas, uso de doble vidrio, aislamiento adicional en cubierta, aislamiento en muros y todas las estrategias integradas.

#### DESARROLLO

El clima de Ciudad Juárez es cálido seco extremo, con una temperatura promedio anual de 21.1° C, mínima promedio de 15.7° C y máxima promedio de 26.8° C. El promedio anual de precipitación para Ciudad Juárez es de 243.6 mm; los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre (IMIP, 2016). La humedad relativa anual es de 40.4%, la mínima promedio de 24.5% y la máxima promedio 59.1%.

El análisis indica que en Ciudad Juárez se presentan tres temporadas o periodos climáticos en el transcurso del año: invierno, transición y verano. La duración del invierno es de cuatro meses, desde noviembre hasta febrero y se caracteriza por tener temperaturas frías. El verano, con un clima cálido seco, permanece por cinco meses de mayo a septiembre. La temporada de transición entre el invierno y el verano se presenta en los meses de marzo, abril y octubre y se caracteriza por tener un clima templado.

El diagnóstico bioclimático de Ciudad Juárez nos indica las siguientes estrategias de climatización pasiva (véase figura 1):

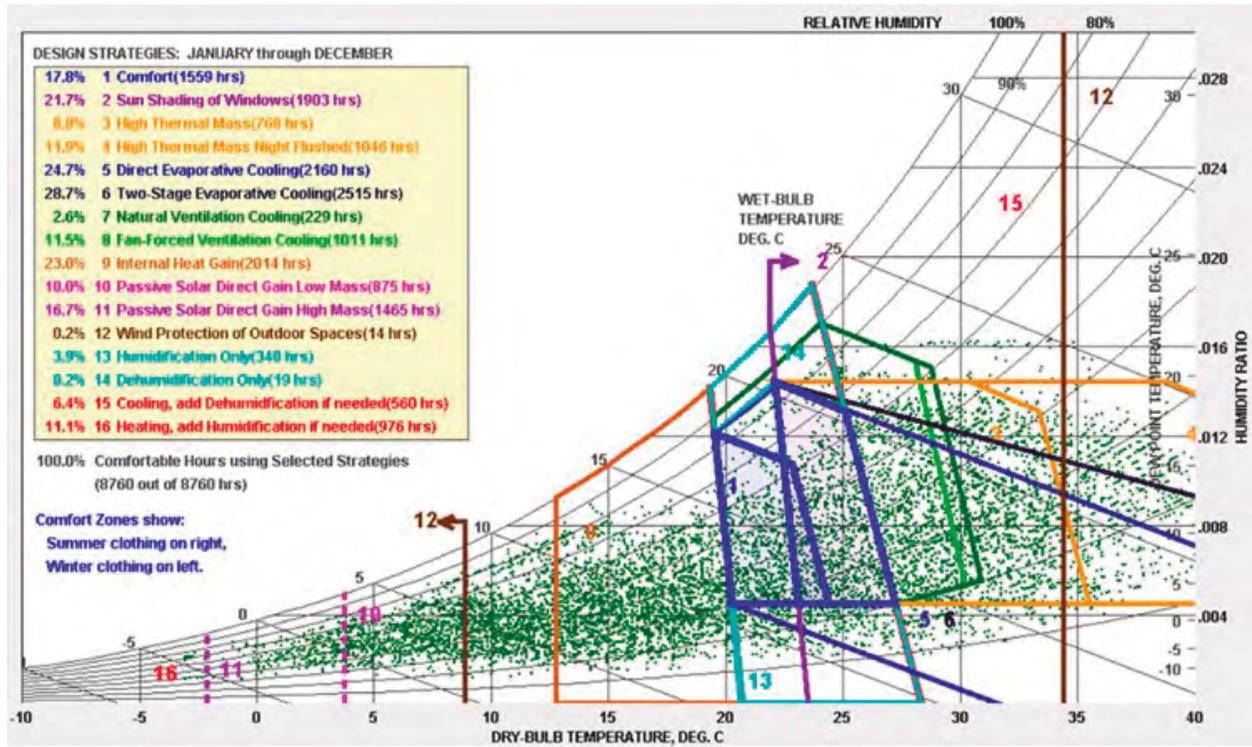
- Protección solar en ventanas, las cuales de acuerdo con la orientación pueden ser aleros o partesoles.
- Uso de materiales con inercia térmica; por ende, el aislamiento térmico selectivo en la envolvente arquitectónica representa una opción viable.
- Ventilación natural selectiva.
- Enfriamiento evaporativo directo.
- Ganancia solar pasiva.
- Humidificación.
- Ganancias internas.

De acuerdo con las características constructivas de la vivienda seleccionada para este proyecto de investigación, con la capacidad económica de los habitantes y que ya se encuentra construida, se definieron los siguientes modelos de estudio, cada uno de ellos con diferente dispositivo o elemento arquitectónico de algunas de las estrategias de climatización pasiva requeridas para el clima de Ciudad Juárez.

Los modelos para evaluar son los siguientes:

- Modelo base (MB). Este modelo es la vivienda de estudio en su estado actual, sin ninguna intervención o mejora adicional.
- Modelo aleros y partesoles (AP). A este modelo se le aplica la estrategia de protección solar en ventanas, mediante la construcción de aleros y partesoles en ventanas con mayor incidencia solar.
- Modelo doble vidrio (DV). En este modelo se le incluye doble vidrio en todas las ventanas de la vivienda, correspondiente a la estrategia de aislamiento selectivo.
- Modelo aislamiento en cubierta (AC). A este modelo se le agrega aislamiento térmico en la cubierta a base de una capa de 2" de poliuretano, correspondiente también a la estrategia de aislamiento selectivo.
- Modelo aislamiento en muros (AM). A este modelo se le agrega aislamiento térmico de muros a base de una capa de 2" de poliure-

**FIGURA 1**  
Carta psicométrica para Ciudad Juárez



Fuente: ucla (2019).

tano esparado, también de la estrategia de aislamiento selectivo.

- Modelo todas las estrategias (TA). A este modelo se le agregan el conjunto de todos los dispositivos propuestos en las alternativas AP, DV, AC y AM.

## RESULTADOS

### RESULTADOS DEL CONSUMO ENERGÉTICO POR CLIMATIZACIÓN

En el periodo cálido todas las estrategias de climatización pasiva evaluadas redujeron el consumo de energía eléctrica en comparación con el modelo base. El modelo más eficiente es el TA (todas las estrategias), que alcanza un ahorro energético del 98.80%. Le sigue el modelo AM (asilamiento en muro) con un ahorro de 94.63%. Luego el modelo AC con un ahorro de 64.76%. Le sigue el modelo DV (doble vidrio) con 53.95%.

El modelo con la estrategia más ineficiente fue el AP (aleros y partesoles) con sólo 3.82%. Estos resultados nos demuestran que al integrar todas las estrategias pasivas se alcanzan los mayores ahorros energéticos y, además, nos permite señalar que para el clima cálido seco de Ciudad Juárez es posible en muchas ocasiones prescindir del clima artificial para este tipo de vivienda (véanse tabla 2 y figura 2).

**TABLA 2**

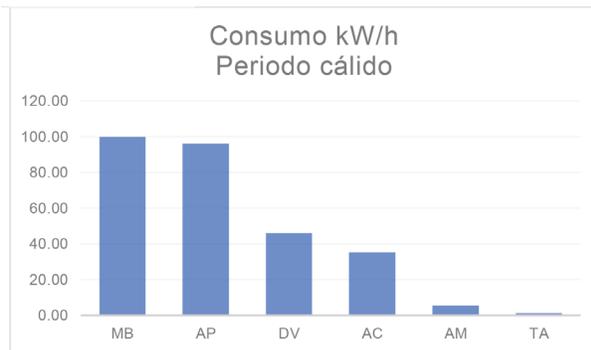
Consumo energético anual en kW/h

Alternativa	Periodo cálido kW/h	Periodo frío kW/h
MB	671.83	8,889.92
AP	646.16	5,413.45
DV	309.4	2,598.6
AC	236.74	2,396.37
AM	36.08	1,537.5
TA	8.07	1,069.94

Fuente: elaboración autores.

**FIGURA 2**

Gráfica de consumo energético en el periodo cálido

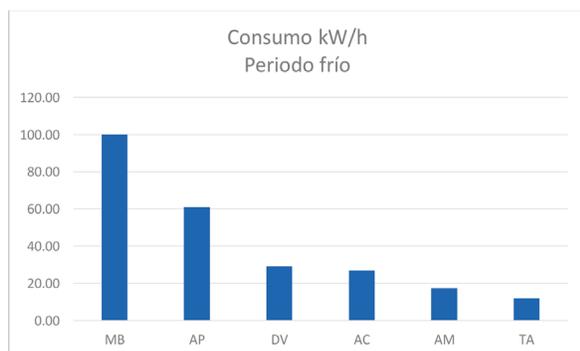


Fuente: elaboración autores con datos de simulación en Design Builder.

En el periodo frío no todas las estrategias de climatización pasiva evaluadas redujeron el consumo de gas en comparación con el modelo base. El modelo más eficiente es el TA (todas las estrategias), que alcanza un ahorro energético del 87.96%. Le sigue el modelo AM (aislamiento en muro) con un ahorro de 82.71%. Luego el modelo AC con un ahorro de 73.04%. Le sigue el modelo DV (doble vidrio) con 70.77%. El modelo con la estrategia más ineficiente fue el AP (aleros y partesoles) con un ahorro de 39.11% (véanse tabla 2 y figura 3).

**FIGURA 3**

Gráfica de consumo energético en el periodo frío



Fuente: elaboración propia con datos de simulación en Design Builder.

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL COSTO-BENEFICIO

Para obtener un rendimiento a futuro, considerando la opción de depositar en el banco el monto total del costo de inversión de la aplicación de las estrategias de climatización pasiva a plazo fijo, con una tasa nominal de 4.22% y considerando una inflación propuesta de 4.03%, se calculó a 30 años tomando en cuenta la tasa de descuento real. En tanto que la tasa de descuento para la inversión y energía eléctrica, respectivamente, y el cálculo de valor futuro, se realizó tomando en cuenta la tasa de descuento real.

El costo total del consumo de energía a 30 años del MB (modelo base), considerando que no hay costo de inversión pues a este modelo no se le aplica ninguna estrategia pasiva, asciende a \$290,984.98 pesos, valor actualizado a moneda constante según el análisis del costo-beneficio (véase tabla 3).

El modelo más eficiente desde el punto de vista económico es el AM (aislamiento en muro), el cual tiene un costo total de inversión y consumo energético de \$122,244.61 pesos. Esto representa un ahorro de \$168,740.37 pesos en comparación con el MB. Si restamos el rendimiento de inversión que podría darnos el banco, se obtiene un ahorro neto de \$196,216.99 pesos (véase tabla 3).

Le sigue el modelo DV (doble vidrio), con un costo de inversión y consumo energético de \$108,687.02 pesos, que representa un ahorro de \$189,973.27 pesos en comparación con el MB. Si restamos el rendimiento de inversión que podría darnos el banco, se obtiene un ahorro neto de \$189,269.23 pesos. Después en tercer lugar de ahorro se encuentra el modelo AC (aislamiento en cubierta), con un costo de inversión y consumo energético de \$108,687.02 pesos, lo que representa un ahorro de \$182,297.96. Si restamos el rendimiento de inversión que podría darnos el banco, se obtiene un ahorro neto de \$180,611.57 (véase tabla 3).

El modelo TA (todas las estrategias) se encuentra en el cuarto lugar de eficiencia en comparación con el MB, pues tiene un costo de inversión y consumo energético de \$122,244.61 pesos, que

**TABLA 3**  
Análisis de costo de ciclo de vida

Escenario		MB	AP	DV	AC	AM	TA
Inversión		\$ -	\$ 2,562	\$ 12,515	\$ 29,977	\$ 44,383	\$ 89,438
Consumo	Anual [MW/h]	9.56176	6.059	2.908	2.5864	1.57359	1.07802
	30 años [MW/h]	286.8528	181.77	87.24	77.592	47.2077	32.34072
Costo	30 años	\$290,985.0	\$184,388.4	\$ 88,496.7	\$ 78,709.7	\$ 47,887.7	\$ 32,806.6
	30 años + inversión	\$290,985.0	\$186,950.7	\$101,011.7	\$108,687.0	\$ 92,271.2	\$ 122,244.6
Ahorro		\$ -	\$104,034.3	\$189,973.3	\$182,298.0	\$198,713.8	\$ 168,740.4
Rendimiento de inversión		\$ -	\$ 144.1	\$ 704.0	\$ 1,686.4	\$ 2,496.8	\$ 5,031.4
Ahorro neto			\$103,890.1	\$189,269.2	\$180,611.6	\$196,217.0	\$ 163,709.0

Nota: todos los costos están en pesos.  
Fuente: elaboración autores.

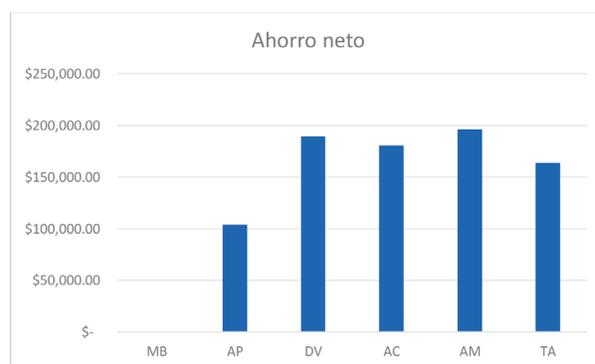
representa un ahorro de \$168,740.37 pesos. Si restamos el rendimiento de inversión que podríamos darnos el banco, se obtiene un ahorro neto de \$163,709.00 (tabla 3).

El modelo AP es el que tiene la menor eficiencia de todos, pues tiene un costo de inversión y consumo energético de \$186,950.72 pesos, que representa un ahorro de \$104,034.26 pesos. Si restamos el rendimiento de inversión que podríamos darnos el banco, se obtiene un ahorro neto de \$103,890.12 pesos (tabla 3).

El modelo base (MB) tiene un costo mayor del 63.36% comparado con la mejor alternativa (AM), esto quiere decir que la vivienda en el estado actual representa una pérdida excesiva en el gasto familiar, que puede ser sustituida por una ganancia o ahorro a largo plazo si se implementa cualquiera de las alternativas propuestas (figura 4).

**FIGURA 4**

Gráfica de ahorro económico de cada una de las alternativas



Fuente: elaboración autores.

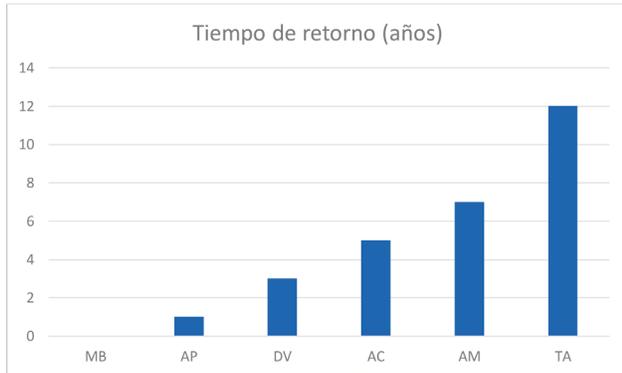
#### CATEGORIZACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS SEGÚN TIEMPO DE RETORNO

De acuerdo con la inversión para la aplicación de las estrategias pasivas en cada uno de los módulos y considerando el ahorro energético de cada una de ellas a 30 años, se calculó el tiempo de retorno de la inversión.

El módulo con aleros y partesoles (AP) tiene un tiempo de retorno de un año, es el tiempo más corto en comparación con el resto de las estrate-

gias; sin embargo, el ahorro energético a 30 años fue el más ineficiente (figura 5).

**FIGURA 5**  
Tiempo de retorno de inversión



Fuente: elaboración autores.

El módulo de doble vidrio (DV) tiene un tiempo de retorno de tres años y le sigue el aislamiento en cubierta (AC) con cinco años. Ambos módulos no representan la mejor eficiencia en el ahorro energético ni en el costo-beneficio (figura 5).

Los dos módulos con mejor comportamiento en ahorro energético y en el análisis costo-beneficio: todas las estrategias (TA) y aislamiento en muros (AM) tienen un tiempo de retorno de 12 y siete años, respectivamente.

No obstante que en ahorro energético todas las estrategias (AT) fue el más eficiente en comparación con el aislamiento en muros, en términos de ahorro neto y tiempo de retorno no lo es, pues tiene un tiempo de retorno de más de cinco años y un ahorro neto menor en 16% (figura 5).

## CONCLUSIONES

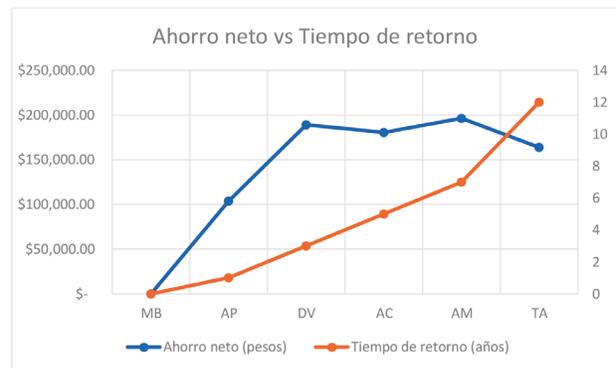
Todas las estrategias de climatización pasiva evaluadas tienen un ahorro energético en ambos periodos climáticos de estudio: cálido y frío. La estrategia más eficiente en ambos periodos fue la de todas las estrategias aplicadas (TA), con ahorros de 98.8 y 87.96% respectivamente.

El análisis de costo-beneficio nos demostró que la estrategia con mayor ahorro neto es el ais-

lamiento en muros (AM), y la de menor ahorro la de aleros y partesoles (AP).

El análisis comparativo del ahorro energético y el tiempo de retorno de la inversión es el modelo de aislamiento en muros, que tiene un ahorro de \$196,216.99 con un tiempo de retorno de siete años (figura 6).

**FIGURA 6**  
Comparativa del ahorro neto versus tiempo de retorno



Fuente: elaboración autores.

Al analizar y evaluar la aplicación de estrategias de climatización pasiva desde el punto de vista del costo-beneficio se abre un panorama económico poco explorado a nivel local, por lo que su consideración sin duda traerá consigo la consolidación de proyectos sostenibles.

Si bien el factor económico es determinante en la producción arquitectónica, un enfoque renovado lo representa decidir la forma del objeto y los elementos, sistemas constructivos y dispositivos que las integran, en función de su ahorro energético con la finalidad de que esto contribuya a disminuir la pobreza energética en la que viven las familias que habitan estas viviendas en nuestro país.

Es recomendable hacer un estudio de campo para evaluar éstas y otras estrategias de climatización pasiva en viviendas de interés social construidas con las características del caso de estudio, y que forman parte de fraccionamientos y unidades habitacionales de gran envergadura en la ciudad, para con ello poder plantear diferentes escenarios posibles para la reconversión de

estas viviendas, para tener un impacto positivo en la economía de las familias que las habitan.

Por último, se propone integrar en los análisis energéticos de los edificios este tipo de estudios con una perspectiva económica, para contribuir en disminuir la pobreza energética de las familias que habitan en este tipo de vivienda en este tipo de clima o en otros lugares de México.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arena, A. (2015). *El análisis de los costos de ciclo de vida* (life cycle costing - LCC). Universidad Tecnológica Nacional.
- Banco de México (Banxico). (s/f). *Tasa de interés bancario e Índice nacional de precios al consumidor*. Bajado de la red el 2/12/2019: <https://www.banxico.org.mx/>
- Boardman, B. (2013). *Fixing fuel poverty: Challenges and solutions*. Earthscan. <https://doi.org/10.4324/9781849774482>
- Brundtland, G. H. (1987). Our Common Future ('The Brundtland Report'). *Report of the World Commission on Environment and Development*. [https://doi.org/10.9774/gleaf.978-1-907643-44-6\\_12](https://doi.org/10.9774/gleaf.978-1-907643-44-6_12)
- Comisión Nacional de Vivienda. (2007). *Código de edificación de vivienda*. México.
- DesignBuilder (2010). *DesignBuilder EnergyPlus Simulation Documentation: For DesignBuilder v2.3*. Bajado de la red el 2/12/2013: <http://www.designbuilder.co.uk/helpv2/>
- Esparza L., C. J., Del Pozo, C. E., Gómez A., A., Gómez A., G., y González C., E. (2018). Potential of a wet fabric device as a roof evaporative cooling solution: Mathematical and experimental analysis. *Journal of Building Engineering*, núm. 19, enero, pp. 366-375. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.05.021>
- Fuller, S. K., y Petersen, S. R. (1996). *Life-Cycle costing manual for the Federal Energy Management Program*. U. S. Department of Energy.
- García, R., y Graizbord B. (2016). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, Sociedad y Territorio*, XVI(51): 289-337.
- García-Solórzano, L. A., Esparza-López, C. J., y Al-Obaidi, K. M. (2020). Environmental design solutions for existing concrete flat roofs in low-cost housing to improve passive cooling in western Mexico. *Journal of Cleaner Production*, núm. 277. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123992>
- Groat, L., y Wang, D. (2002). *Architectural research methods*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Herrera, L., Ordóñez, G., y Peña, L. (2018). El abandono en la vivienda construida en serie en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(6): 101.
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit). (2020). México. Recuperado de <https://portalmx.infonavit.org.mx/>
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP). (2016). *Plan de Desarrollo Urbano Sostenible de Ciudad Juárez, Chihuahua*.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2011). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Bajado de la red el 2/12/2015: <https://www.inegi.org.mx/>
- Maycotte, E., Sánchez, E., Chávez, J., Moreno, R., y Gómez, Á. (2015). *Movilidad social de propietarios de viviendas de interés social adquiridas en el periodo 2002-2010 en Ciudad Juárez, Chihuahua, en términos de la vivienda y entorno urbano 2015*. Ciudad Juárez, México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Onebuilding.org. (2020). Bajado de la red el 15/01/2020: [http://climate.onebuilding.org/wmo\\_region\\_4\\_north\\_and\\_central\\_america/mex\\_mexico/index.html](http://climate.onebuilding.org/wmo_region_4_north_and_central_america/mex_mexico/index.html)
- Sánchez, J. (2008). *La vivienda social en México*. México, DF: Sistema Nacional de Creadores de Arte.
- UCLA. (2019). *Climate Consultant 6.0*. Bajado de la red el 14/01/2019: <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/request-climate-consultant.php>
- Velázquez, G. (2017). *Reconversión sustentable de edificios*. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana, A. C.



# Indicadores de sustentabilidad en la vivienda social de Tabasco, México

## *Social housing sustainability indicators in Tabasco, México*

Doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.170>

**LUIS ALBERTO CANO TIQUET**

<http://orcid.org/0000-0002-5118-5151> / [arq\\_canotiquet@hotmail.com](mailto:arq_canotiquet@hotmail.com)

**AÍDA LÓPEZ CERVANTES**

<http://orcid.org/0000-0001-7714-1547> / [arqalo@hotmail.com](mailto:arqalo@hotmail.com)

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

Recibido: 30 de diciembre de 2020. Aceptado: 20 de abril de 2021.

### RESUMEN

La vivienda actual debe cumplir condiciones de habitabilidad indicadas y normadas institucionalmente. En México se han desarrollado diversos instrumentos sobre índices de sustentabilidad aplicados a las viviendas de interés social, entre ellos Hipoteca Verde de Infonavit y NAMA de vivienda. El presente trabajo tiene como objetivo identificar y evaluar las variables e índices de sustentabilidad en tres emplazamientos de interés social en Comalcalco, Tabasco. Se inicia desde las generalidades conceptuales y normativas de la vivienda social, con base en las categorías establecidas en la NAMA, hasta el análisis de los indicadores en cada una. El método utilizado corresponde a una investigación deductiva con enfoque cualitativo y alcance descriptivo. Se realizaron visitas de campo y revisión documental para la construcción de gráficas y cartografías temáticas que faciliten el análisis visual y la comprensión dimensional de la problemática. Los resultados muestran la poca incidencia y atención de los indicadores; de manera global se observa que los aspectos que más se cumplen son en la calidad del entorno urbano y los que menos se cumplen son los de calidad ambiental, pero cabe destacar que ninguna variable fue consistente para poder ser considerada como indicador de sustentabili-

dad. Los resultados permiten evaluar y verificar los campos de oportunidad para posibles acciones, normas y programas en los desarrollos de vivienda, a fin de abonar a los diagnósticos que llevan a cabo otros organismos como Sedatu y el Departamento de Obras Públicas del municipio para mejorar la habitabilidad de la vivienda.

**Palabras clave:** vivienda social, sustentabilidad, calidad urbana, habitabilidad.

### ABSTRACT

The current home must meet the indicated and institutionally regulated habitability conditions. Many instruments have been developed in Mexico on applied sustainability indices for social housing, including Hipoteca Verde of Infonavit and housing NAMA. The objective of this research is to identify and evaluate the variables and sustainability indices in three social interest neighborhoods in Comalcalco, Tabasco. It begins from general theoretical concepts and normative of social housing, based on the categories established in the NAMA until indicators are analyzed in each one. The method used corresponds to a deductive research with a qualitative approach and descriptive scope. Field visits and documentary review were carried out for the construction of



graphics and thematic cartographies to facilitate visual analysis and dimensional understanding of the problem. Results show a low incidence and attention of the indicators, in a general way it is observed that the aspects most fulfilled are quality of urban environment and the aspects least fulfilled are environmental quality, but it should be noted that no variable was consistent to be considered as an indicator of sustainability. Results allow evaluating and verifying the opportunity fields for possible actions, regulations, and programs in housing developments in order to add to the diagnoses carried out by other organizations such as Sedatu and the municipality's Public Works Department to improve the habitability of the home.

**Keywords:** social housing, sustainability, urban quality, habitability.

## INTRODUCCIÓN

Según la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, el sector de construcción ha representado un papel importante en el crecimiento económico del país; de hecho, las economías fuertes en el mundo sostienen gran parte de su PIB en este rubro; sin embargo, manifiesta: “ha producido también diversos efectos negativos de índole ambiental, social y en la competitividad misma de las ciudades” (Secretaría de Economía, 2013). En el estado de Tabasco, gran parte de las viviendas construidas con créditos de interés social no consideran principios sustentables de forma contundente que permitan evaluar el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) y compromisos de México ante el cambio climático; por ejemplo, el Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV, 2020) reporta que del año 2015 a la fecha han sido sometidas a verificación al programa de evaluación Sisevive 2,193 viviendas, de las cuales casi el 57% han obtenido un IDG (Índice de desempeño global) C, en el que intervienen las variables calculadas por DEEVI (Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda) y SAAVI (Simulador de Ahorro de

Agua en la Vivienda). Esto puede observarse a lo largo del territorio, donde se dan afectaciones por desarrollos de vivienda en zonas vulnerables, terrenos carentes de servicios básicos con características y cualidades constructivas que denotan un soslayo del concepto de calidad de vida y habitabilidad con escaso confort y problemas en su funcionalidad.

Existen programas como Vida Integral de Infonavit (Infonavit, 2011), que tienen por objetivo fomentar la vivienda con atributos sostenibles en las tres esferas: la ambiental, la social y la económica. Y versa: “incentiva la vivienda bien ubicada, cómoda y moderna en una comunidad solidaria y construida por los mejores desarrolladores en un marco de planeación urbana” (Infonavit, 2016: 43). La cuestión es la desambiguación de los conceptos utilizados en dicho programa, tales como comodidad y modernidad; además de la implicación de lo complejo del concepto y operatividad de una comunidad solidaria, conceptos que, al no ser contundentes, tienden a interpretaciones que resultan en desarrollos de condición distante a los estándares de calidad de vida. El Programa informó que en el año 2016 se evaluaron las viviendas bajo tres ejes principales: entorno próspero, vivienda de calidad, comunidad solidaria y responsable; encontrando que 44% de las viviendas cumplieron con el entorno próspero, vivienda de calidad y comunidad solidaria y responsable, lo que equivale a 142,507 viviendas sustentables (Infonavit, 2016).

De acuerdo con el *Informe anual de sostenibilidad* de Infonavit (2016), su programa para la sustentabilidad en la vivienda de interés social llamado Hipoteca Verde da cumplimiento en la esfera ambiental y manifiesta la cifra de 350 mil créditos otorgados en el año 2016, convirtiéndose en un referente para América Latina en la mitigación de GEI. Pero a pesar de significar ahorros y disminución de energía gris y GEI, es poco perceptible para los usuarios de las viviendas. El impacto al presupuesto para quien habita una vivienda con características poco sustentables es oneroso debido a que durante el trayecto de vida útil se presentan problemas de diversa índole

le que hay que solucionar en aspectos como salud, mantenimiento, equipamiento, accesibilidad, tenencia, servicios, infraestructura, seguridad y, en el centro de eso, la expectativa de satisfacción de la vivienda por usos y costumbres. Como manifiestan Hernández y Velásquez (2014), hay una mejora en el déficit de vivienda resultado del equilibrio entre la política y la macroeconomía, y citan: “tendríamos que validar si esta masiva producción de vivienda alcanza los parámetros mínimos de habitabilidad que otorgan las condiciones propicias para que una familia aumente su calidad de vida” (Abhas, 2007, en Hernández y Velásquez, 2014: 7).

El espacio está organizado para que los habitantes puedan vivir como les convenga en un contexto cultural dado. Los individuos pasan gran parte del tiempo en el seno de los grupos domésticos, generalmente familiares, donde duermen, descansan y se dedican a las tareas necesarias para el mantenimiento de la vivienda. Es la casa el espacio por excelencia en donde se desarrollan este tipo de actividades que, de hecho, implican relaciones de sociabilidad. Por eso, no solamente en la organización externa sino también en la organización interna de la vivienda, es como pueden advertirse con mayor precisión los efectos de la cultura sobre estos procesos de usos y costumbres antes mencionados. Al respecto Landázuri y Mercado (2004) identifican transacciones o intercambios psicológicos entre el espacio y los ocupantes, tanto a escala vivienda como a escala de barrio y ciudad, y argumentan que “estas transacciones dependen directamente de la interpretación particular de cada sujeto, varían en tiempo y espacio y están íntimamente relacionadas con la cultura del lugar” (Landázuri y Mercado, 2004: 10). Juárez (2016), en su artículo “La vivienda como representación cultural”, evoca con claridad a través de las imágenes, la representación y significado que otorga la gente a la vivienda, y cómo la coloca por encima de su concepción estrictamente tectónica. En dicho artículo hace referencia no sólo al hecho de habitar bajo la condición presente de existir, sino que la vivienda es la manifestación de la historia

familiar, y es, por sobre todo, “un elemento vinculante con las relaciones sociales”. Lo que pone a la vivienda como el elemento de comunicación entre el ser humano y el resto de la comunidad. En ese sentido, la vivienda debe cumplir con lo tectónico, con lo funcional, con el ambiente, debe estar a la altura de asequebilidad económica. Al mismo tiempo representa lo que se está en condición de adquirir y lo que se tiene para ofrecer a la comunidad; la vivienda en sí es un canal de dos sentidos para ser considerados en el constructo de sustentabilidad.

Otro aspecto para observar, son las técnicas y métodos constructivos. Con la conocida situación de pérdida de la tradición constructiva y alejamiento de la arquitectura vernácula que respondía armónicamente a las características del lugar, se dio paso a nuevos materiales altamente difundidos, como el block de cemento, arena y el concreto. Materiales que otorgan características de habitabilidad con poco confort y calidad en el desempeño hidrófugo con consecuencias nocivas. Las viviendas ahora son construidas con estos materiales cuyas propiedades, aunque observan las normas sustentables como la NMX-AA-164-SCFI-2013 (Secretaría de Economía, 2013) que evalúa agua, energía y materiales, no proporcionan condiciones de mayor especificidad aptas para el clima cálido húmedo (AM). Al respecto, Haramoto (2002, en Hernández y Velásquez, 2014) manifiesta que, si bien la vivienda en primera instancia sirve para colmar las necesidades básicas del ser humano, también debe cumplir y satisfacer las aspiraciones de sus habitantes de una forma integral; por tanto, debe formar parte de este proceso de interacción entre habitante y medio ambiente. Más recientemente Solís (2016) también comenta que el tema de la preocupación por los aspectos de calidad de vida que una vivienda ofrece no es nuevo y que la vivienda debe proporcionar más que un simple resguardo, debe incluir las propiedades de sanidad y confortabilidad, y continúa: “la construcción moderna se lanzó a la productividad sin valorar la ingente cantidad de venenos ambientales en forma de sustancias volátiles, de materiales cancerígenos,

de espacios sin ventilación, y derrochadores de energía empleados” (Solís, 2016: 3).

En el ámbito internacional, el programa ONU-Hábitat indica las medidas y compromisos de los gobiernos y otros organismos relacionados con la concreción de los derechos de acceso a vivienda adecuada (ONU-Hábitat, 2019). A pesar de las acciones encaminadas al cumplimiento de los compromisos internacionales pactados por México, y de los programas para acatar los principios y lineamientos para la sustentabilidad en materia de vivienda, se siguen observando desarrollos mal ubicados, sin accesibilidad, inseguros, construcciones mal orientadas que generan mayor consumo energético, emisiones GEI, insalubridad, falta de confort y mayores gastos por consumo eléctrico para el enfriamiento, por desplazamiento a los lugares de trabajo, así como espacios mal ventilados, mal iluminados.

## SUSTENTABILIDAD Y ARQUITECTURA

El concepto de desarrollo sustentable fue acuñado a partir del Informe Brundtland en 1982, pero la preocupación por el deterioro del medio ambiente es un tema anterior a esa década. Carson (1960) escribió sobre los daños causados por la actividad humana en el medio ambiente, así como los posibles impactos y consecuencias perjudiciales para el mismo ser humano, prediciendo un futuro silencioso sin el canto de los pájaros y con otras terribles consecuencias si se continuaba con el proceso degradativo producido por la contaminación ambiental. Carson entrelaza los temas de prosperidad-economía, medio ambiente y acción humana-sociedad. Con esa publicación se abrió un nuevo capítulo sobre la conciencia del cuidado del medio ambiente. En esa década se formaron asociaciones con el fin de defender los derechos por un ambiente sano y limpio. Una década después, en 1972, se llevó a cabo en Estocolmo, Suecia, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano, dándose las primeras semillas de la sustentabilidad. La Conferencia prácticamente estuvo enfocada

en la búsqueda de relaciones comunes entre aspectos ambientales y temas económicos. Once años más tarde, en 1983, la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, presidida por Gro Harlem Brundtland, identificó la problemática por primera vez desde tres enfoques: el económico, el ambiental y el social.

El término “sustentable” o “sostenible” tiene diversas acepciones sobre todo entre los expertos lingüistas; sin embargo, para esta investigación lo contundente es determinar la línea de acción que implica el abordaje del tema hasta el campo disciplinar de la arquitectura. En la evolución del concepto surgió una preocupación, creyendo erróneamente que el cuidar los recursos podría frenar el desarrollo. Actualmente se ha buscado el equilibrio entre cuidado y progreso y se evita creer que al cuidar la economía pueda darse un retroceso (Calvente, 2007). Todo ello conlleva al cambio de paradigma, en el que debe observarse la interrelación irrevocable entre nuestro quehacer cotidiano, el entorno y nosotros como especie. De ese cambio de paradigma surgieron los “sistemas socioecológicos” o “sistemas eco-socio-técnicos”. Donde las relaciones que existen entre las partes y las afectaciones mutuas son relevantes para el resultado. Esta relación es compleja, no lineal y se construye de manera helicoidal; en términos de Morin (2003), es llamada la interdefinibilidad que se da en el espacio. Explica que dos entidades complementarias también suelen ser concurrentes y antagonistas, es decir hay un principio dialógico; cuando en el espacio hay una interacción y se presenta una retroacción, sería el principio de recursividad; y la forma en que se da el orden de todas las cosas se basa en el principio hologramático. Desde esta perspectiva de sistema y la complejidad de sus relaciones, el concepto de sustentabilidad para este estudio representa sólo algunas de las partes y las interacciones de la sustentabilidad de la vivienda, y no intenta ser definitivo ni exhaustivo.

## VIVIENDA SOCIAL EN MÉXICO

El hombre siempre ha buscado cobijo, desde los primitivos ancestros que se refugiaban en cavernas, avanzando hacia el desarrollo de la técnica y el uso de materiales perecederos que dieron lugar a las chozas; a partir de ahí continuó evolucionando hasta realizar ahora las casas construidas en tecnología 3d. Pero con el paso del tiempo, así como la técnica fue cambiando, las necesidades primitivas también fueron resueltas; las nuevas formas de organización del trabajo y sociales acarrearón otras necesidades que la vivienda debe cubrir, y que se han enfatizado con el transcurrir de cada momento histórico. En México, a principios del siglo XX el triunfo de la Revolución trajo como consecuencia que los arquitectos dirigieran su atención al desarrollo de vivienda para el beneficio del proletariado. Pese al triunfo y a la promulgación de la Constitución de 1917, que denotaba un interés por la modernización de las formas económicas y el compromiso social, el país estaba tan dañado que institucionalmente no existían condiciones para atender los programas planteados y las demandas sociales, lo que derivó en el sentido de las políticas públicas, en adecuaciones de la instrumentación que respondieron a intereses del sector empresarial, más que en la dotación de vivienda para el pueblo (García, 2010). En la década de 1940 el crecimiento de las ciudades importantes detonó una necesidad de suelo urbano y vivienda, con lo que se establecieron algunos incipientes beneficios para trabajadores burocráticos; estas acciones dieron paso al sector constructor de vivienda y las bases de lo que serían Fovi y más tarde Infonavit. Hacia 1947-1949 se construyó el primer multifamiliar en México para cubrir la demanda de los trabajadores del Estado. Esos primeros organismos promovían la vivienda en renta; fue hasta la década de 1960 cuando se abordó el tema de la tenencia de la propiedad. De 1961 a 1970 el incremento del parque habitacional fue de 1'887,273, del cual 10.69% fue aportado por recursos públicos (García, 2010).

En 1972 se creó el Infonavit, institución que ha tenido el más importante papel en el México en el desarrollo de vivienda para trabajadores. Con la crisis de 1994, Infonavit cambió su forma de actuación para la atracción de capital extranjero en el sector vivienda social, lo que se tradujo en pérdida de estándares de calidad de la vivienda, competencia por el usufructo y ocupación del suelo urbano y una depredación sin planeación urbana en la periferia de las ciudades. La urbanización en México presentó en algunas ciudades el fenómeno de ciudades policéntricas y la claudicación del Estado mexicano por la planificación urbana y el expansionismo descontrolado del territorio (Garza, 2003).

En el ámbito de la vivienda social, a pesar del papel que ha realizado Infonavit para México, Coneval informa que el índice de rezago social, que incorpora entre sus indicadores la vivienda, Tabasco ocupa el lugar 14 con un grado social medio, y un índice de rezago social de -0.15448. El municipio de Comalcalco se encuentra en un grado de rezago bajo y un índice de rezago social de -0.86240 (Coneval, 2015).

## VIVIENDA SUSTENTABLE EN MÉXICO

La vivienda en México, como el espacio donde se interrelaciona el ser humano hacia el núcleo familiar y hacia lo social, dispone ya de elementos de verificación para determinar su nivel o cualidades de sustentabilidad. Esto se ha desarrollado a partir de los compromisos internacionales, la legislación ambiental en nuestro país, los compromisos estatales, así como los planes y programas que cada municipio observa, puesto que es competencia de cada estado y municipio incorporar sus propias estrategias en materia de sustentabilidad. La política nacional de vivienda es un modelo enfocado en promover el desarrollo ordenado y sustentable del sector, que pretende construir, mejorar y regularizar la vivienda y mejorar la vivienda urbana y rural (Sedatu, 2019). Este modelo de desarrollo sustentable también se centra en tres pilares: el ambiental, que tiene

cuatro líneas precisas, el control del crecimiento de la mancha urbana, seguir avanzando en diseños de eficiencia, alcanzar los estándares de calidad para la vivienda y el desarrollo de conjuntos sustentables. Es decir, la vivienda social sustentable forma parte de las políticas con normas, estrategias, planes y programas para avanzar a una realidad tangible. El segundo pilar es el económico y sus líneas estratégicas son: aprovechar la infraestructura urbana y el equipamiento existente, gestionar y operacionalizar traslados eficientes y aumentar la eficiencia energética de las viviendas. El tercer pilar es el social, que ha ganado importancia con acciones de impacto en la mejora de la calidad de vida en diferentes grupos para que cuenten con vivienda más confortable y con mejor ubicación, acceso a escuelas, empleo, abasto y servicios en general, para alcanzar oportunidades y estándares de vida más altos.

Entre los procesos de evaluación y programas encaminados al logro de la sustentabilidad se encuentra la NAMA de vivienda, que es el instrumento normativo acordado por el Consejo Nacional de Vivienda (Conavi) para lograr el cumplimiento de los acuerdos de París sobre la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, y que fue ratificado en la COP 24 en Polonia 2018. Según datos de Sedatu-Conavi (2016), el sector residencial es responsable del 16.2% del consumo de energía en México y alrededor de 4.9% de las emisiones de CO<sub>2</sub>; en tanto que para el año 2030 el consumo de energía de todas las viviendas se incrementará en un 37%. Así la NAMA establece instrumentos como el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde (Sisevive) que encaminan sus esfuerzos al logro del diseño integral de la vivienda basada en planes de costo-beneficio, cuyo impacto se vincula al Índice de desempeño global de la vivienda (IDG). El IDG contabiliza los resultados de ahorro de agua y eficiencia energética. Otra herramienta que permite evaluar el entorno de la vivienda es HEEVI (Herramienta de Evaluación del Entorno de la Vivienda) a cargo del Registro Único de Vivienda (RUV), ésta se enfoca en la mitigación de los problemas generados por el crecimiento urbano y evalúa aspectos como equipamiento,

empleo, transporte alrededor de un desarrollo habitacional y se suma a las herramientas o mecanismos de evaluación en el otorgamiento de puntos para que la vivienda sea sustentable. Particularmente calculan las emisiones de GEI en relación con el transporte y el gasto económico en dependencia de la ubicación de la vivienda.

Infonavit incorporó el programa Hipoteca Verde, que consiste básicamente en la implementación de ecotecnologías, con la finalidad de hacer la vivienda energéticamente más eficiente y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con lo que el Gobierno de México por conducto del PNV (Plan Nacional de Vivienda) “promovió la diseminación de ecotecnologías, además del desarrollo y la implementación de normas y regulaciones para estandarizar los criterios, con el fin de avanzar hacia una vivienda sustentable y de alta calidad” (GIZ, 2012: 13). El apoyo consiste en un monto adicional de crédito otorgado al derechohabiente del Infonavit al adquirir una vivienda con ecotecnologías, para que ésta pueda generar a mediano-largo plazos ahorros en el consumo de agua y energía.

Se puede decir que en México gran parte de los edificios históricos y vernáculos funcionaron según los principios de sustentabilidad, en el tiempo cuando las posibilidades de ambientación artificial eran escasas o muy caras (Morillón, 2011), y a pesar del uso actual de ecotecnologías, no se atiende aún la interrelación de la vivienda con el entorno y el clima, por lo que se sigue requiriendo del continuo uso de aparatos para la climatización. Más enfatizado aún, son los denostados aspectos de asequibilidad, servicios y accesibilidad de la vivienda como indicadores sustentables pues, como menciona Corral (2012), los desarrollos habitacionales que se construyen en México no consideran las mínimas acciones de sustentabilidad, incorporando gran número de viviendas y familias en zonas con falta de transporte, reducidas condiciones de confort, falta de espacios para la recreación y el crecimiento cultural de la comunidad. El resultado es el descontrol en la ocupación del territorio periférico de las ciudades, el deterioro ambiental, el incre-

mento de la desigualdad y falta de oportunidades, y un elevado costo para las familias y para los municipios, terminando en el pronto abandono de esas viviendas.

## MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación fue de corte cualitativo descriptivo y consistió en determinar los índices de sustentabilidad en tres fraccionamientos de la ciudad de Comalcalco, Tabasco, a través de un proceso de exploración y comparación de las recomendaciones realizadas por las instituciones Sedatu y Conavi. Se utilizó como instrumento de referencia la NAMA y se adaptó a cinco categorías: calidad urbana, habitabilidad, ecotecnologías y calidad ambiental, percepción del riesgo y seguridad, subdivididos en 20 variables y 196 indicadores que se evaluaron bajo un esquema de ponderaciones con base en una escala de Likert donde los aspectos de calidad se evaluaron de la siguiente forma: 4 = buena; 3 = mediana; 2 = baja; 1 = muy baja; 0 = nula; y los aspectos de cantidad se evaluaron: 4 = muy frecuente; 3 = frecuente; 2 = escaso; 1 = muy escaso; 0 = nulo. La obtención de datos se hizo a partir de visitas de campo y revisión documental para poder elaborar tablas descriptivas que sirvieron como insumo para la construcción de cartografías temáticas con las

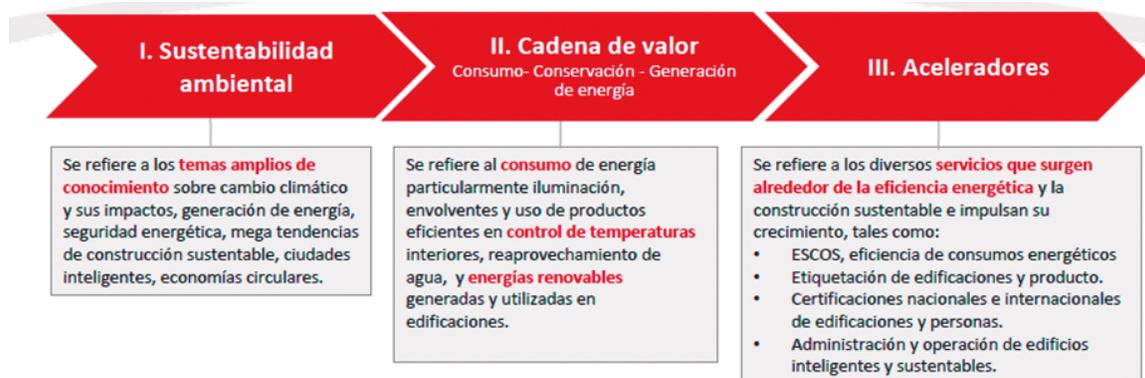
que se pudo realizar la ponderación y operatividad de cada indicador.

Alrededor de los retos, implicaciones y deficiencias palpables en la llamada vivienda sustentable se retoma un esquema que permite la aprehensión y articulación de las partes, la identificación y determinación de los indicadores de sustentabilidad y su medición para este estudio. Es una propuesta realizada por Iniciativa Prosperidad (ITC, 2018) basada en tres ejes estructurales para el análisis y puesta en marcha de programas encaminados a la eficiencia energética y sustentabilidad en la construcción. Los ejes consisten en sustentabilidad ambiental, cadena de valor y aceleradores (figura 1). Para la presente investigación se propuso la analogía del esquema metodológico de tres niveles usando las categorías de análisis y contenido presentadas por esa Iniciativa, contemplando los tres siguientes apartados: I) *observación empírica*, considera los conceptos y normatividad como guía de mejores prácticas en la generación de vivienda; II) *operatividad* de los conceptos y lineamientos de la sustentabilidad en un estudio de caso, es decir un diagnóstico, y por último III) *aprehensión del objeto*, estudia la ejecución y puesta en marcha de acciones que permitan aprehender los conceptos y obtener beneficios extras.

El apartado de sustentabilidad corresponde a la temática general de la sustentabilidad en ar-

FIGURA 1

Esquema para la aprehensión de los conceptos de sustentabilidad y su operatividad



Fuente: con base en: itc, 2018. Construcción sustentable en México. Hacia una mayor eficiencia energética con base en una industria de construcción sustentable en México. Elaboró: Cano, 2020.

quitectura y vivienda desde la perspectiva institucional. El segundo apartado de cadena de valor corresponde al objeto de estudio para hacer observable la aplicación de las normas y lineamientos de sustentabilidad y aportan mejores prácticas para la calidad de vida en la vivienda de interés social. El tercer apartado de los aceleradores corresponde al análisis, operatividad, servicios o procesos que surgen como resultado del tema de sustentabilidad en la vivienda, así como los co-beneficios que su práctica aporta (figura 2). El tercer eje estructural permite la ampliación y profundización del campo de estudio para hacer observable la sustentabilidad de la vivienda social, para ello se determinó la factibilidad de utilizar la NAMA como instrumento a seguir para considerar las variables y los indicadores pertinentes de estudio.

Las categorías de análisis establecidas para el estudio, variables e indicadores se presentan en la tabla de categorías y variables operacionalizables para la vivienda sustentable en Comalcalco (tabla 1), habiéndose agrupado en la categoría “calidad urbana” aspectos de movilidad, equipamiento y

mobiliario, entre otros. Para el análisis se utilizaron tres escalas: la urbana para referir la escala de análisis en un contexto exógeno al desarrollo habitacional para un radio de 0.5 km; la vecinal para referirse al desarrollo habitacional de estudio o llamado fraccionamiento; la unidad habitacional para referirse a la unidad de vivienda.

**TABLA 1**  
Comalcalco: categorías y variables operacionalizables para la vivienda sustentable

CATEGORÍA	VARIABLE	CATEGORÍA	VARIABLE
CALIDAD URBANA	EQUIPAMIENTO	CALIDAD AMBIENTAL	ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN NATURAL
	INFRAESTRUCTURA		PROTECCIÓN FACTORES CLIMÁTICOS
	MOVILIDAD		ACABADOS ADECUADOS
	SERVICIOS PÚBLICOS		PUERTAS Y VENTANAS SEGURAS
	MOBILIARIO ORGANIZACIÓN		CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIALES
HABITABILIDAD	CIRCULACIÓN	PERCEPCIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL ENTORNO DE LA VIVIENDA
	ILUMINACIÓN		PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD EN EL CONTEXTO DE LA VIVIENDA
	VENTILACIÓN		PROTECCIÓN CONTRA EL DELITO
	MOBILIARIO		PREDISPOSICIÓN A ACTIVIDADES ILÍCITAS CERCANAS AL INMUEBLE
ECOTECNOLOGÍAS	AGUA		RIESGOS ARTIFICIALES
	ENERGÍA		RIESGOS NATURALES
	GAS		

Fuente: elaborado por López, A. y Cano, 2020.

**FIGURA 2**

Esquema para identificación de los indicadores de sustentabilidad y su medición



Fuente: con base en: itc, 2018. Construcción sustentable en México. Hacia una mayor eficiencia energética con base en una industria de construcción sustentable en México. Elaboró: Cano, 2020.

## RESULTADOS

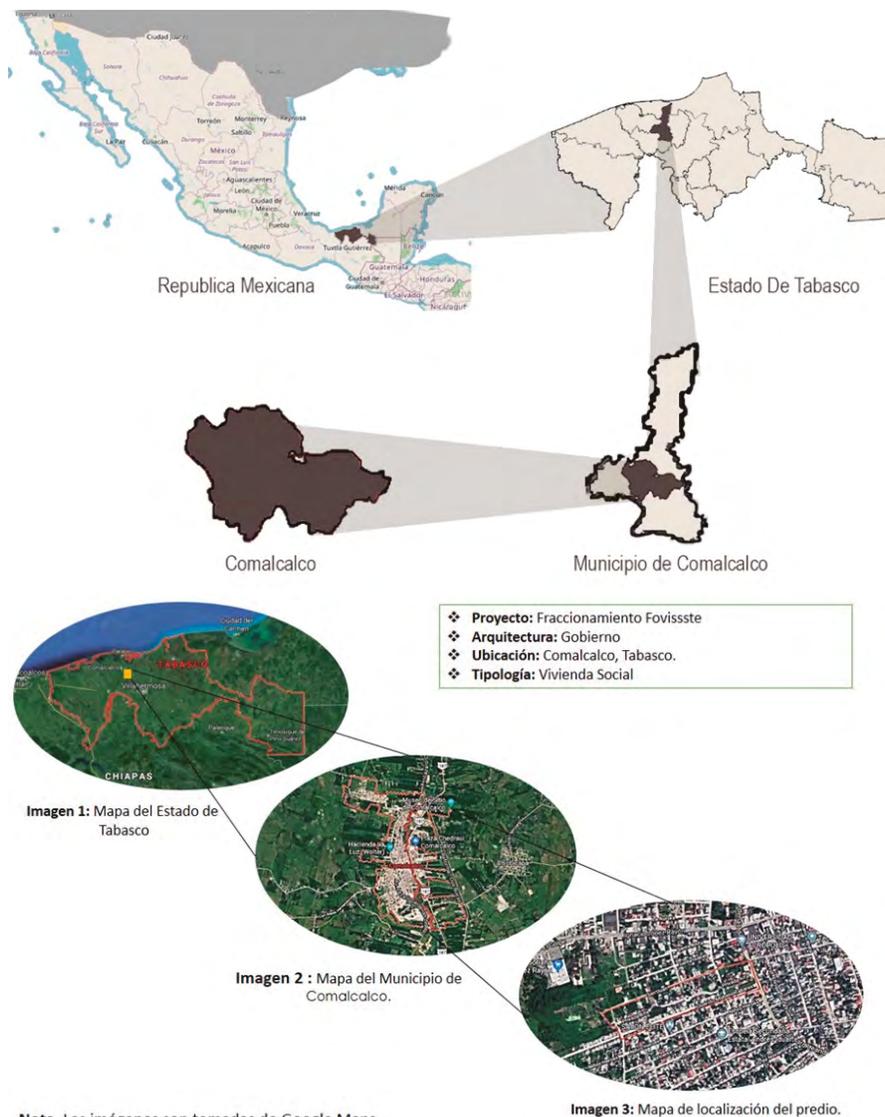
Los resultados se presentan gráficamente en una cartografía temática analizando las condiciones actuales del lugar en un radio de 0.5 km y en el resumen gráfico del análisis de los indicadores operacionalizables. Los instrumentos priorizan la existencia de servicios con los que cuenta la vivienda, condiciones espaciales, espacios interiores y exteriores comprometidos con las actividades indispensables para satisfacer las

necesidades domésticas de la familia usuaria y su cercanía a los servicios locales.

El sitio estudiado se localiza próximo al litoral del Golfo de México en el municipio de Comalcalco, Tabasco. Con coordenadas geográficas latitud: 18°15'47" N, longitud: 93°13'26" O y altitud 12 msnm (figura 3), es un clima cálido húmedo con alta nubosidad y humedad relativa seis meses del año. Condiciones que requieren ser observadas en la edificación por su impacto en el confort, la habitabilidad y el consumo energético para la climatización artificial de la vivienda.

**FIGURA 3**

Localización geográfica del sitio de estudio Comalcalco, Tabasco, con base en: Google Maps



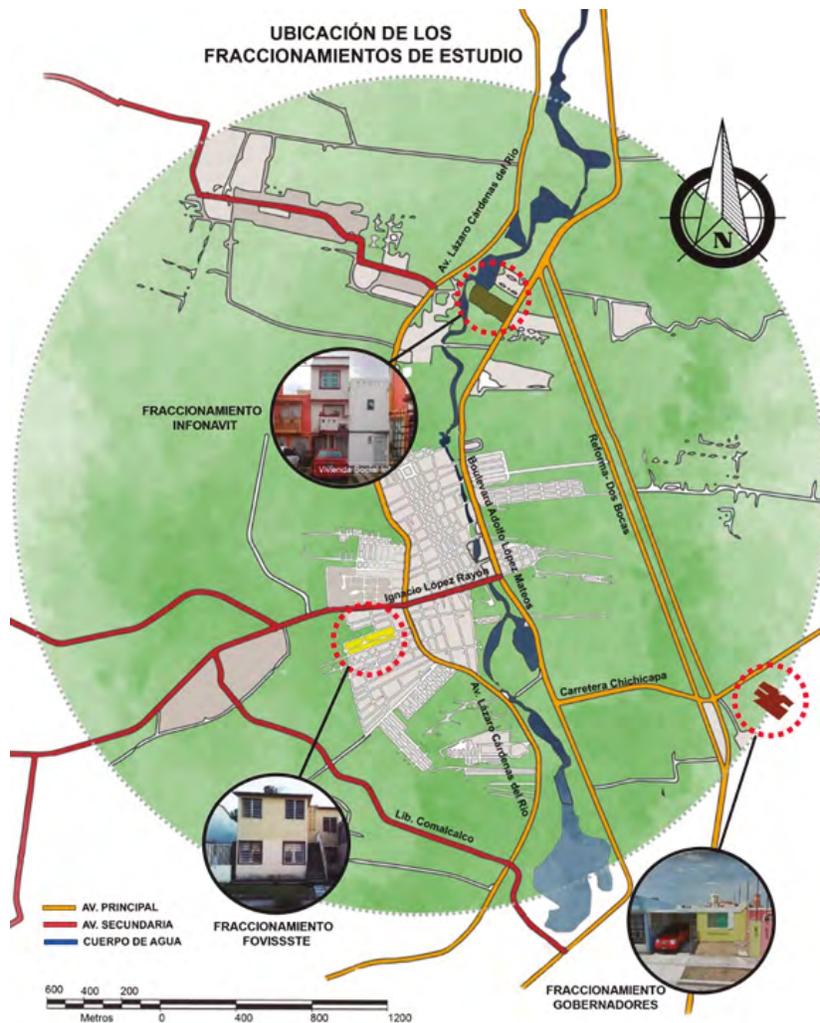
Nota. Las imágenes son tomadas de Google Maps.

Fuente: elaborado por Cano, L. 2020.

Los sitios de estudio corresponden a tres fraccionamientos de interés social, con vivienda unifamiliar, éstos son: Fovissste, Gobernadores e Infonavit (figura 4). En la figura puede observarse que los fraccionamientos de estudio están interconectados por una red de avenidas principales a lo largo del asentamiento y una red secundaria transversal que desemboca en la primera; esta red de vialidades conecta a las rancherías, ejidos y municipios de Paraíso y Conduacán. El fraccionamiento Fovissste consta de 236 viviendas y 749 habitantes, se localiza en la zona periférica del primer cuadro de la ciudad. El fraccionamiento Gobernadores es el de mayores dimensiones, cuenta con 1,315 viviendas, de las cuales se repor-

ta según inventario de vivienda (INEGI, 2016) 783 viviendas habitadas, 530 habitadas con servicios y 1,625 habitantes; se localiza alejado del primer cuadro con dirección al sureste. El fraccionamiento Infonavit consta de 184 viviendas y 620 habitantes (tabla 2); también se localiza alejado de ese primer cuadro, condición que posibilita el crecimiento centrífugo territorial del asentamiento urbano y por el que puede observarse la generación de espacios vacíos intraurbanos, además de impactar en la movilidad y calidad ambiental y el abandono de la vivienda. Un componente importante de la estructura general del asentamiento es su composición paralela a lo largo de los cuerpos de agua.

**FIGURA 4**  
Localización de fraccionamientos



Fuente: con base en: Google Maps. Trabajo de campo. Elaborado por Cano, L., 2020.

**TABLA 2**  
Resumen de vivienda y superficie por fraccionamiento

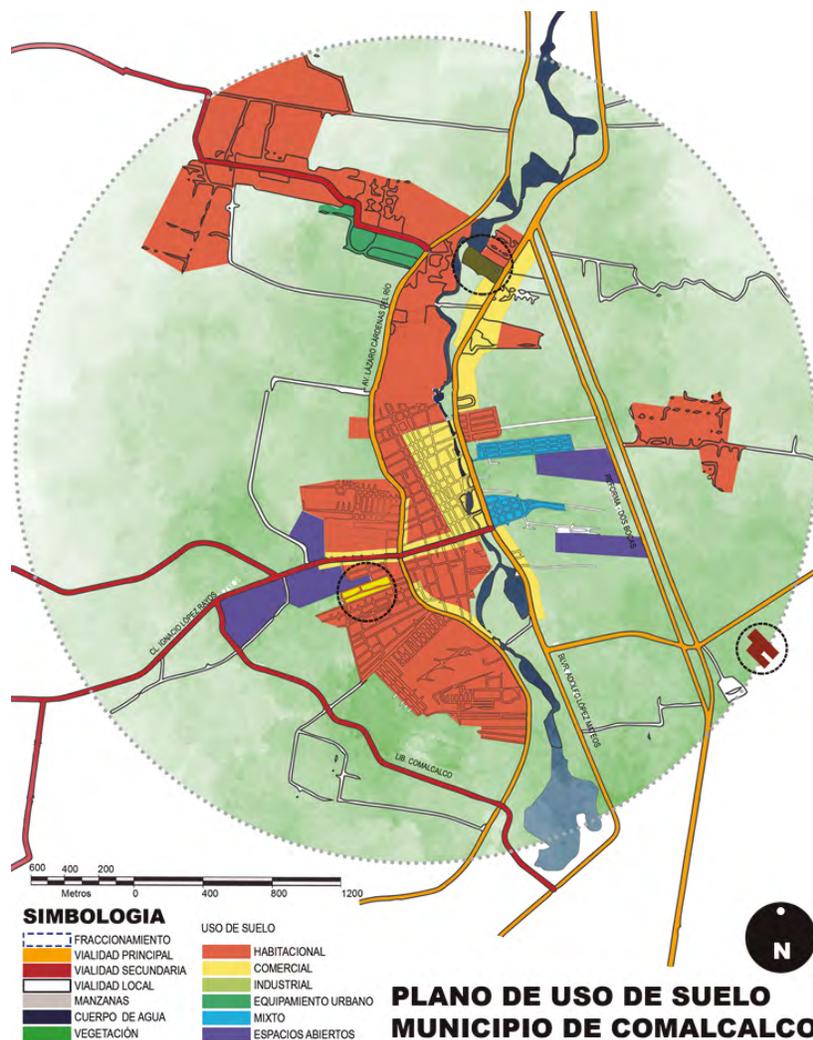
	FOVISSSTE	GOBERNADORES	INFONAVIT
Viviendas habitadas	193	783	160
Habilitadas con servicios básicos	193	532	133
No habitadas	43	470	24
Habitantes	749	1625	620
Área total (m <sup>2</sup> )	69,637.08	194,607.88	62,757.83
Construidos (m <sup>2</sup> )	51,974.52	146,223.50	55,440.96
Libres (m <sup>2</sup> )	17,662.56	48384.38	7316.87
Porcentaje de área sin construir (%)	34	33	13

Fuente: elaborado por Cano, L. y López, A. (2020), con base en: <https://www.google.com/maps/place/Comalcalco,+Tab>

La cabecera municipal de Comalcalco presenta un uso de suelo predominantemente habitacional, en el que los servicios comerciales se han dispuesto a lo largo de los ejes compositivos que constituyen las principales avenidas, formando los corredores comerciales que representan importantes centros de abasto de la propia ciudad, los municipios y los poblados aledaños (figura 5). Este corredor comercial sigue en constante crecimiento como parte de los servicios que presta a los trabajadores de la paraestatal Pemex.

Entre los indicadores sugeridos por la NAMA de vivienda (GIZ, 2012) se encuentra la categoría de “condiciones urbanas”. Uno de los indicadores de

**FIGURA 5**  
Comalcalco: uso de suelo



Fuente: con base en Inventario Nacional de Vivienda. Elaboró: Cano, L., 2020.

esta categoría es la existencia de centros de producción y empleo, así como terrenos intraurbanos que pueden significar un espacio subutilizado y con potencial para convertirse en espacio productivo o público que otorgue calidad a la calle y habitabilidad. En el mapa puede observarse la disseminación de las construcciones, que representa una oportunidad para la densificación del espacio, el impulso oportuno al uso mixto y la incorporación de una visión con derecho humanos y de inclusión y seguridad (figura 6), de acuerdo con el nuevo paradigma planteado por Sedatu (2020) sobre la construcción de los asentamientos, en el que se requiere planear a largo plazo, teniendo a la persona como centro, bajo una metodología adaptable y flexible que pueda contemplar la heterogeneidad del país y las localidades. La distribución del uso del espacio es diferente para cada fraccionamiento, observando que la cercanía a centros de trabajo ofrece mayor cantidad de fuentes en el fraccionamiento Fovissste ubicado en la zona más cercana al primer cuadro del centro urbano, en tanto que la disponibilidad de centros de trabajo se reduce en oferta cuando el

fraccionamiento se encuentra más en la periferia (tabla 3). Se observa también que los centros de trabajo son el 83% de las veces de hasta 15 trabajadores, 7% de las veces de 16 a 50 trabajadores y sólo el 10% de la oferta de empleo es en unidades mayores a 50 trabajadores. Lo que representa la necesidad de traslado desde el lugar de vivienda a zonas de la ciudad más alejadas que requieren movilidad en transporte público o privado, aumentando la presión de demanda sobre ese rubro.

**TABLA 3**

Resumen de terrenos y centros de producción por fraccionamiento, con base en la clasificación de la NOM-035-STPS-2018

Terrenos intraurbanos y centros de producción	FOVISSSTE	GOBERNADORES	INFONAVIT
TERRENOS INTRAURBANOS	23	0	3
15- 16 TRABAJADORES	17	1	7
16- 50 TRABAJADORES	2	0	0
MAS DE 50 TRABAJADORES	1	1	1

Fuente: elaboró López, A. (2020), con base en: NOM-035-STPS-2018.

**FIGURA 6**

Mapas de terrenos intraurbanos y centros de producción de empleo. Condiciones urbanas



Fuente: con base en Inventario Nacional de Vivienda. Elaboró: Cano, L., 2020.

**SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO**

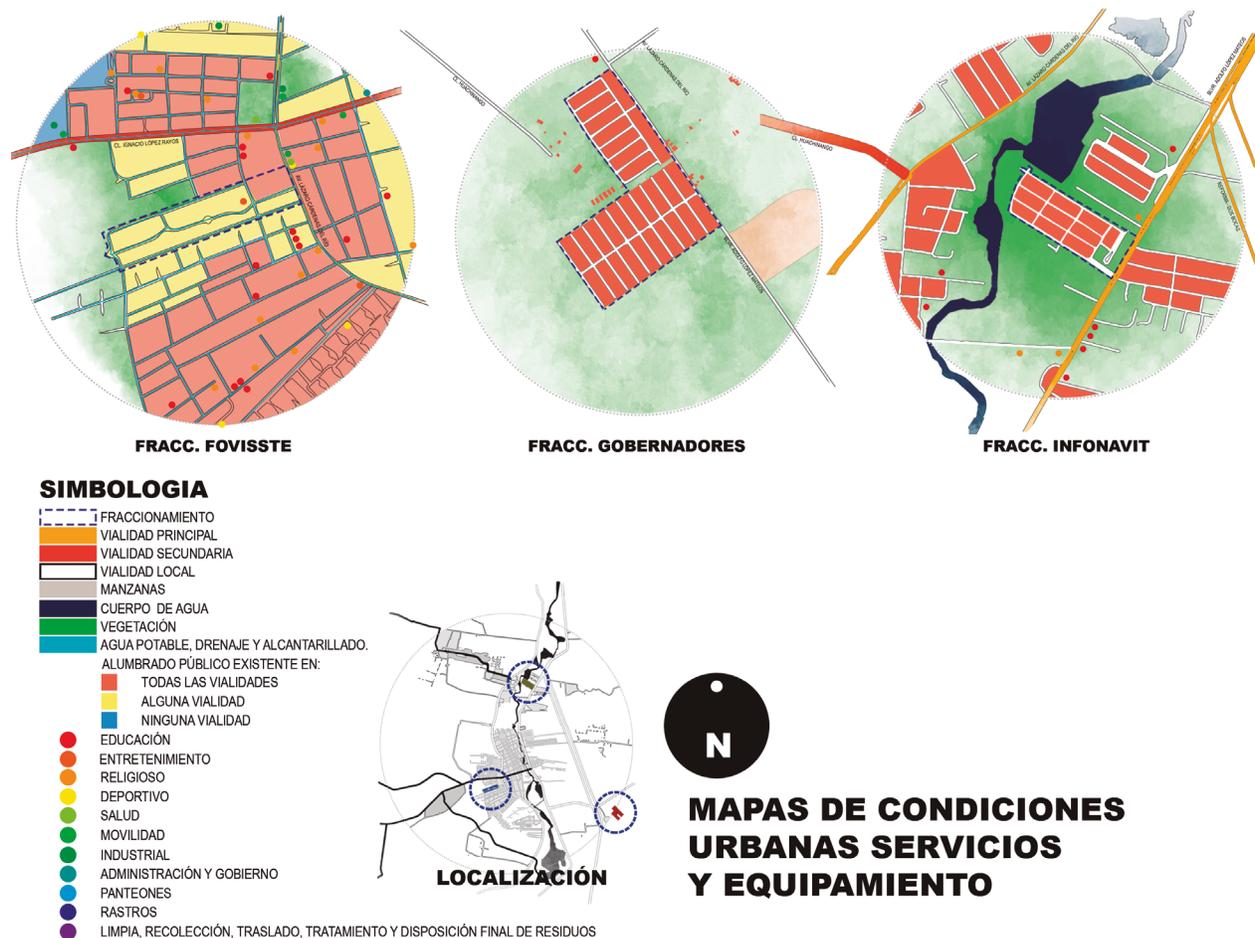
Gran parte de los servicios y equipamiento que oferta la ciudad se concentra en las cercanías del fraccionamiento Fovissste y alrededor de las dos avenidas que dan forma a la estructura urbana de ese fraccionamiento: boulevard López Mateos y avenida Lázaro Cárdenas, con un eje que se desarrolla paralelo a los cuerpos de agua que forman el Río Seco (figura 7). El equipamiento que más se presenta es educación, este equipamiento se encuentra en los alrededores de los tres fraccionamientos estudiados, pero para el fraccionamiento Fovissste se encuentra el 67% de la dotación, para el fraccionamiento Gobernadores apenas el 4%, y para el fraccionamiento Infonavit el 29%. La distribución de otros equipa-

mientos es igual de desequilibrada, encontrando que con equipamiento de recreación y entretenimiento sólo cuentan los fraccionamientos Fovissste e Infonavit, y los demás equipamientos y servicios sólo se encuentran para el fraccionamiento Fovissste.

**USO DE SUELO Y ESPACIO PÚBLICO EQUIPADO**

Los mapas de distribución del uso de suelo alrededor de los fraccionamientos permiten observar que el suelo está constituido por uso habitacional principalmente, y un importante porcentaje de espacio abierto no está ocupado. Esta situación responde al patrón de ubicación, donde el más cercano al primer cuadro de la ciudad, fraccio-

**FIGURA 7**  
Mapas de servicios y equipamiento. Condiciones urbanas



Fuente: con base en Inventario Nacional de Vivienda. Elaboró: Cano, L., 2020.

namiento Fovissste, presenta menor espacio desocupado en un 12% de la superficie, y el más alejado, Gobernadores, presenta la mayor cantidad de espacio desocupado en un 54% de superficie. En tanto que el espacio público equipado se presenta en mayor número: ocho unidades para el fraccionamiento Fovissste, tres unidades para el fraccionamiento Infonavit y ninguna unidad para el fraccionamiento Gobernadores (figura 8).

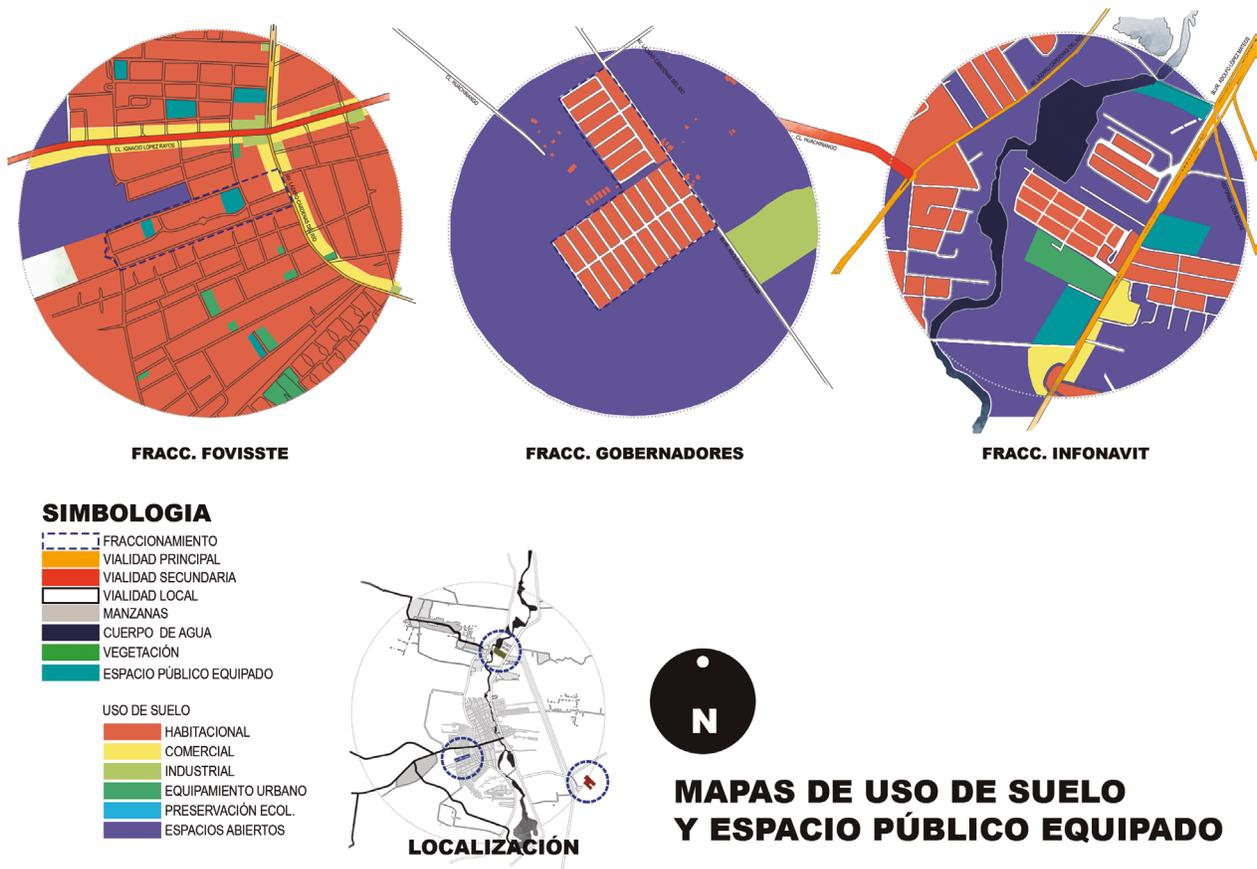
De los levantamientos de trabajo de campo se obtuvieron los siguientes resultados que fueron agrupados por categorías:

### CALIDAD URBANA

En el análisis de calidad urbana, para determinar la condición global de los fraccionamientos de interés social en Comalcalco se determinó la desviación estándar; en el caso de los fracciona-

mientos Fovissste y Gobernadores el resultado fue casi 1, en tanto que para Infonavit es mayor que 1, lo que indica la diversidad en la dotación y condiciones en los indicadores de la calidad urbana. Ello hace más complejo estandarizar o proponer umbrales aceptables de calidad. El fraccionamiento Gobernadores resultó el de menor variabilidad en las evaluaciones, en tanto que el fraccionamiento Fovissste obtuvo evaluaciones con mayor frecuencia, mejores que el resto de los fraccionamientos (figura 9).

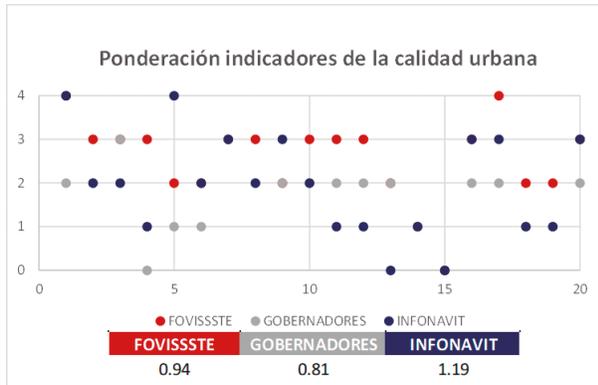
**FIGURA 8**  
Uso de suelo y espacio público equipado. Condiciones urbanas



Fuente: con base en Inventario Nacional de Vivienda. Elaboró: Cano, L., 2020.

**FIGURA 9**

Ponderación indicadores de calidad urbana.  
Variabilidad en la evaluación de los indicadores de calidad urbana para los tres fraccionamientos

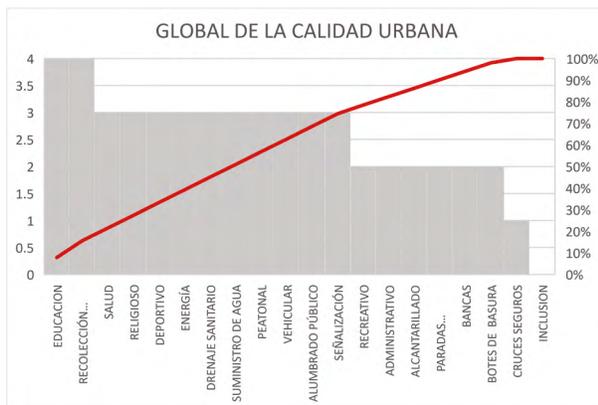


Fuente: trabajo de campo. Elaboró: López, A., 2020.

De los tres fraccionamientos, los aspectos mejor evaluados corresponden a los indicadores de educación y servicio de recolección de residuos sólidos domésticos sin separación; por debajo se ubicaron los equipamientos para la salud y deportivos, en último lugar se evaluaron los servicios, infraestructura y mobiliario que tienen relación con el peatón o movilidad no motorizada (figura 10).

**FIGURA 10**

Global de la calidad urbana. Evaluación global jerarquizada de los indicadores de calidad urbana en los fraccionamientos de interés social analizados

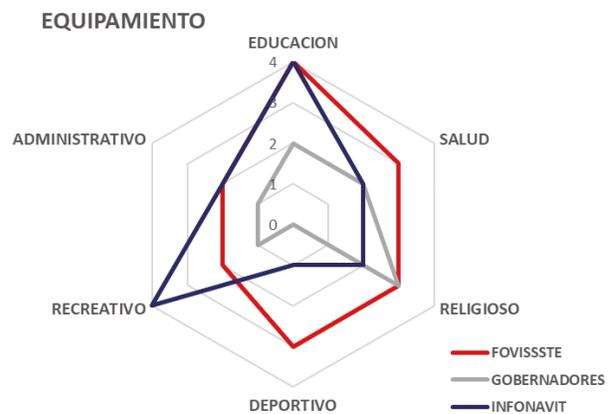


Fuente: trabajo de campo. Elaboró: López, A., 2020.

El único aspecto en donde se encontró coincidencia en la calidad y dotación de equipamiento para los tres fraccionamientos fue en educación (figura 11), habiendo alcanzado la ponderación más alta. Se obtuvo del análisis, que el fraccionamiento Gobernadores fue el peor evaluado; el que obtuvo la evaluación de indicadores más dispersos fue Infonavit y el evaluado con más consistencia de mediana calidad fue Fovissste; sin embargo, la divergencia denotada en la gráfica evidencia la diferencia que se tiene en las consideraciones de los aspectos que pueden ser evaluados como sustentables.

**FIGURA 11**

Equipamiento. Evaluación de los indicadores del equipamiento de los tres fraccionamientos



Fuente: trabajo de campo. Elaboró: López, A., 2020.

La infraestructura es definida como “el conjunto de las redes básicas de conducción y distribución en los centros de población como: agua, saneamiento, energía, gas, comunicaciones, etc.” (Sedatu, 2020). Los indicadores evaluados de la variable “infraestructura” fueron cobertura y calidad de energía, calidad y frecuencia del suministro de agua potable, calidad y capacidad del drenaje municipal sanitario, y dotación y prestación de servicio del alcantarillado para aguas pluviales; y los indicadores evaluados de la variable “servicios públicos” fueron recolección de basura y alumbrado público. Se obtuvo que el fraccionamiento con mejor infraestructura fue Fovissste, habiendo evaluado suministro de agua,

drenaje sanitario y energía con la máxima calificación, y alcantarillado pluvial con baja calidad. El fraccionamiento Gobernadores fue de manera general el que obtuvo las evaluaciones más bajas, teniendo sólo la variable de “energía” con máxima puntuación, en tanto que los rubros de agua, drenaje y alcantarillado obtuvieron puntuación de baja calidad con dos puntos. Por último, el fraccionamiento Infonavit obtuvo las máximas evaluaciones de mediana calidad con tres puntos en alcantarillado pluvial y energía, y evaluaciones de baja calidad para suministro de agua y drenaje sanitario. En servicios públicos en Fovissste se evaluó el indicador de alumbrado público de mediana calidad y de buena calidad el servicio de recolección de basura. En Gobernadores, tanto el alumbrado público como la recolección de basura se evaluaron de baja calidad, y en el fraccionamiento Infonavit se evaluaron de mediana calidad el alumbrado público y la recolección de basura. El mobiliario es parte de los componentes del medio construido de la estructura urbana, los indicadores de esta variable fueron los de uso más común, como bancas, botes de basura y señalización. Se encontró que el fraccionamiento con mayor dotación fue Fovissste, aunque con una evaluación global de baja calidad y dotación, seguido por el fraccionamiento Infonavit; y con una evaluación de muy baja calidad y dotación el fraccionamiento Gobernadores (figura 12).

**FIGURA 12**

Infraestructura, servicios y mobiliario. Evaluación de los indicadores de infraestructura servicios y mobiliario de los tres fraccionamientos



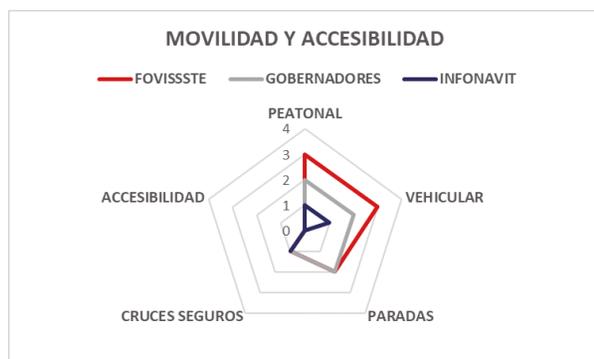
Fuente: trabajo de campo. Elaboró: López, A., 2020.

La movilidad se refiere a la capacidad que tiene un ciudadano de desplazarse libremente por el territorio de un lugar a otro por diferentes medios, ya sea peatonales, mecánicos como la bicicleta, automotrices, transporte público o privado. Para ello se requiere de toda una red de servicios y equipamiento que faciliten la propia movilidad. La accesibilidad es la cualidad que tiene esta red de infraestructura y estructura para permitir a todas las personas, incluyendo aquéllas con necesidades especiales, poder hacer uso de éstos. Para la variable “movilidad y accesibilidad” los indicadores evaluados fueron las paradas, que incluyeron rutas establecidas del transporte público, la calidad del servicio y las unidades, la facilidad y seguridad para llegar a las propias zonas de ascenso, así como la prestación de servicios especializados para movilidad en silla de ruedas. De lo peatonal se evaluaron las cualidades de condición física de las aceras, existencia y suficiencia de aceras, indicación y señalamiento de orientación. Del indicador vehicular se evaluaron el mantenimiento de vialidades, la adecuación de vías y conectores, así como los señalamientos. El indicador de cruces seguros y accesibilidad estuvo evaluado por la existencia de rampas, adecuación y calidad de las rampas, la semaforización, tiempo especial para cruce exclusivo de peatones, pasos de cebra indicados, y una estimación de la calidad en el nivel de servicio (figura 13). En movilidad y accesibilidad, el fraccionamiento Fovissste obtuvo mejores evaluaciones en los indicadores peatonal, vehicular y paradas; el indicador de cruces seguros obtuvo una ponderación apenas de uno, es decir muy baja, y una evaluación de cero para la accesibilidad. El fraccionamiento Gobernadores se ubicó por debajo de Fovissste, obteniendo apenas dos puntos en los indicadores peatonal, vehicular y paradas, un punto para cruces seguros y cero en accesibilidad. El fraccionamiento Infonavit fue el peor evaluado, obteniendo apenas un punto en los indicadores de peatonal, vehicular y cruces seguros, y ningún punto en accesibilidad y paradas. La evaluación global de la variable movilidad y accesibilidad indica el bajo nivel de atención

al que tienen acceso los habitantes de los fraccionamientos de estudio, siendo una de las variables importantes a considerar en los nuevos paradigmas de los asentamientos, respaldados por ONU-Hábitat en el objetivo 11.

**FIGURA 13**

Movilidad y accesibilidad. Evaluación de los indicadores de los tres fraccionamientos



Fuente: trabajo de campo. Elaboró: López, A., 2020.

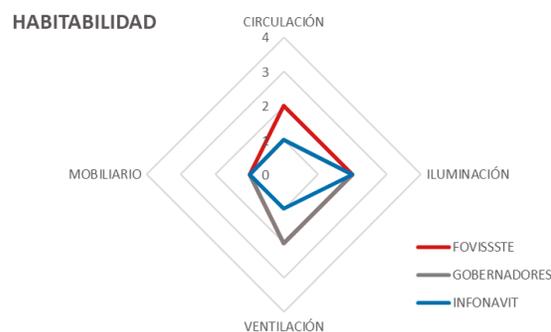
### HABITABILIDAD

La habitabilidad es referida por organismos desde diferentes dimensiones, son las condiciones que garantizan la seguridad física de sus habitantes y les proporcionan un espacio habitable suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales (ONU-Hábitat, 2019). Para el Programa Nacional de Vivienda 2019-2024 (Sedatu, 2019) la habitabilidad se relaciona con la vulnerabilidad a que están expuestas las viviendas, tanto natural como estructural y señala que para un sector de la población la vulnerabilidad es mayor por la falta de recursos y la incapacidad de adaptación ante el cambio climático. En ese sentido la habitabilidad de la vivienda se entiende como un constructo de dimensiones transversalmente relacionadas. Las variables estudiadas para esta categoría fueron las condiciones propias de vivienda acotadas a la circulación vertical y horizontal dentro de la unidad habitacional, la iluminación natural en cada espacio, las estrategias de ventilación natural para cada espacio y el mobiliario adecuado, suficiente y adaptable. Los resultados obtenidos

de la categoría habitabilidad fueron de baja a muy baja calidad para los tres fraccionamientos (figura 14). El fraccionamiento Fovissste obtuvo para iluminación, circulación y ventilación una evaluación de baja calidad con dos puntos y muy baja con un punto para mobiliario. El fraccionamiento Gobernadores obtuvo en iluminación y ventilación dos puntos y un punto para la circulación y mobiliario. El fraccionamiento Infonavit fue evaluado el más bajo, habiendo obtenido para la variable de iluminación dos puntos y un punto para cada una de las variables de circulación, ventilación y mobiliario.

**FIGURA 14**

Habitabilidad. Evaluación de los indicadores de los tres fraccionamientos



Fuente: trabajo de campo. Elaboró: López, A., 2020.

### ECOTECNOLOGÍAS Y CALIDAD AMBIENTAL

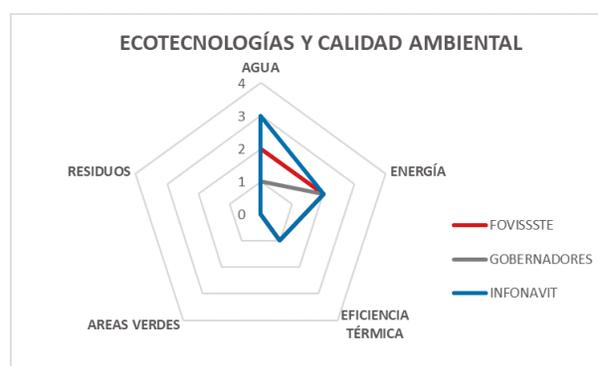
Para el análisis de los resultados se presentan las categorías de ecotecnología y calidad ambiental agrupadas en cinco variables, siguiendo las recomendaciones de Sedatu, que son eficiencia térmica, agua, energía, residuos y áreas verdes. Las ecotecnologías están indicadas como parte de la sustentabilidad de la vivienda adecuada y presenta una serie de fichas técnico-informativas sobre el manejo de ecotecnias y ecotecnologías como estrategias de mejora de la habitabilidad de la vivienda. Están definidas en *Criterios técnicos para una vivienda adecuada* como “Sistemas y productos que utilizan avances tecnológicos con objeto de optimizar el uso de agua, energía y gas al interior de una vivienda, así como productos o sistemas que aprovechan los recursos renova-

bles inherentes a su ubicación” (Sedatu, 2019: 77). Para estudiar la calidad ambiental se consideran los parámetros ambientales establecidos por Serra y Coch, quienes dividen la calidad ambiental en parámetros ambientales de confort y factores de confort del usuario, donde los parámetros ambientales son las condiciones de tipo físico-ambiental que derivan en manifestaciones energéticas (Serra y Coch, 1995). Los indicadores estudiados por cada variable fueron, para agua, inodoro y regadera: grado ecológico, llaves con dispositivo ahorrador en lavabo de baño, válvula reguladora para flujo de agua en tubería de suministro, y la habilitación de algún sistema o estrategia para la captación de aguas pluviales y su aprovechamiento, también manejados por el programa Hipoteca Verde de Infonavit. En este último indicador no se encontró alguna estrategia o sistema implementado para ningún fraccionamiento. Las estrategias de ecotecnologías están enfocadas en las adaptaciones y remodelaciones de la vivienda, en donde los habitantes encuentran en el mercado la oferta de estos dispositivos ahorradores, pero no existe una consideración de una inversión que represente un costo extra para el manejo sustentable del agua. Los indicadores estudiados para la variable energía fueron lámparas ahorradoras fluorescentes compactas (LFC), dispositivos de aire acondicionado *inverter*, refrigerador y enfriadores de alta eficiencia, calentador de paso instantáneo, estufa eficiente, habilitación de paneles solares. En ningún fraccionamiento se encontró la implementación paneles o calentadores solares, limitándose las ecotecnologías a los equipos y mobiliario tradicional de tipo *inverter* o ahorradores. Para la variable de eficiencia térmica los indicadores fueron la iluminación y ventilación natural como parte del control ambiental, la protección de factores climáticos con la implementación de acabados impermeables en paredes, acabados reflectivos en techos y vanos que eviten las fugas de aire o representen puentes térmicos. La variable de áreas verdes se consideró con dos indicadores, la existencia y manejo de elementos naturales en el espacio, teniendo como mínimo un árbol por vivienda, y los huertos familiares. La última variable de esta

categoría fue la de residuos, los indicadores fueron separación de residuos en la vivienda para su disposición, compostaje y recolección municipal por separación de residuos. Los resultados de esta categoría fueron evaluados de mayor a menor puntaje en: agua, energía, eficiencia térmica, quedando áreas verdes y residuos sin puntaje (figura 15). El fraccionamiento Fovissste obtuvo una evaluación baja con dos puntos en agua y energía, muy baja en eficiencia térmica con un punto, y nula en áreas verdes y residuos. El fraccionamiento Gobernadores obtuvo apenas dos puntos en energía, un punto para los indicadores de agua y eficiencia térmica y cero puntos en áreas verdes y residuos. El fraccionamiento Infonavit fue evaluado con tres puntos en la variable agua, dos puntos en energía, un punto en eficiencia térmica, y cero puntos en áreas verdes y residuos.

**FIGURA 15**

Ecotecnologías y calidad ambiental. Evaluación de los indicadores de los tres fraccionamientos



Fuente: trabajo de campo. Elaboró: López, A., 2020.

### PERCEPCIÓN DEL RIESGO Y SEGURIDAD

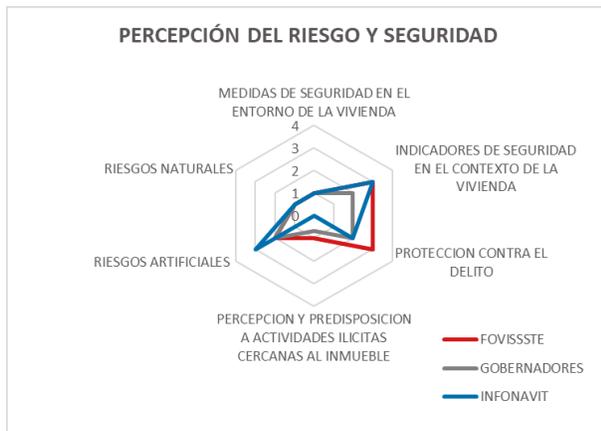
Un aspecto que ha sido abordado reiteradamente en últimas fechas a través de la Nueva Agenda Urbana de ONU-Hábitat es el rubro seguridad y percepción del riesgo que puede tener una población ante diferentes amenazas, llámense naturales o antropogénicas. De hecho, esta condición de interrelación entre una amenaza y la posibilidad de que ocurra puede hacer más vulnerable un sistema en dependencia de la propia percepción del riesgo que se tenga. Puede darse en diferentes escalas o “unidades de análisis”, ya

sea individuo, hogar o grupo social, como las definen Alwang *et al.* (2001: 3, en Ruiz, 2011), por lo que conocer las amenazas y riesgos se convierte en una estrategia de resiliencia. Las variables de esta categoría fueron: medidas de seguridad en el entorno de la vivienda, indicaciones de seguridad en el contexto de la vivienda, protección contra el delito, predisposición a actividades ilícitas cercanas al inmueble, riesgos artificiales y riesgos naturales. Los indicadores de la variable “medidas de seguridad en el entorno de la vivienda” fueron: rutas de evacuación definidas, salidas de emergencia existentes, alumbrado público en las calles principales, banquetas y rampas para discapacitados, delimitación y/o asignación de sitio seguro en caso de fenómenos naturales, señaléticas que indiquen las rutas más cortas y seguras a los accesos y puntos de potencial refugio, sistemas de alarma, detector de humos en espacios exteriores, instalación antiincendios en espacios al exterior, hidrante exterior, gabinete y equipo de bomberos existente y colocado de manera oportuna. Los indicadores de la variable “indicaciones de seguridad en el contexto de la vivienda” fueron: la profusión de rejas, barrotes, carteles y cámaras de seguridad en edificaciones cercanas y la presencia de barrios residenciales con seguridad privada cercanos a los fraccionamientos. De la variable “protección contra el delito” los indicadores evaluados fueron: calidad de iluminación en las vialidades cercanas, flujo constante de peatones en las vialidades y espacios, lotes abandonados o en desuso cercanos al inmueble, zonas de transición entre espacio público y privado, ciudad a la altura de los ojos (tratamiento de la planta baja). Se evaluaron de la variable “predisposición a actividades ilícitas cercanas al inmueble” los indicadores de venta de sustancias ilícitas y prostitución evidente. De la variable “riesgos artificiales” los indicadores

fueron: manejo de riesgo por instalaciones de los sistemas operativos, por el estado del mobiliario y/o elementos del espacio y de elementos y/o componentes mecánicos. La última variable fue “riesgos naturales”, con los indicadores: elementos naturales del espacio (vegetación, accidentes topográficos), riesgo de fenómenos naturales (inundación, sismo, incendio), riesgo por movimientos de tierra (deslizamientos, subsidencia) y riesgos por epidemias o plagas. Para el fraccionamiento Fovissste los resultados en la protección contra el delito obtuvieron una evaluación de frecuente con tres puntos en los indicadores de seguridad en el contexto de la vivienda; la percepción de riesgos artificiales obtuvo una evaluación de escasa con dos puntos; y las medidas de seguridad en el entorno, percepción de riesgos naturales y percepción y predisposición a actividades ilícitas cercanas al inmueble obtuvieron una evaluación de muy escasa con un punto cada una. El fraccionamiento Gobernadores obtuvo una evaluación de escaso con dos puntos en los indicadores de seguridad en el contexto de la vivienda, protección contra el delito y percepción de riesgos artificiales; los indicadores de medidas de seguridad en el entorno de la vivienda, percepción y predisposición a actividades ilícitas cercanas al inmueble y riesgos naturales obtuvieron una evaluación de muy escaso, con un punto. El fraccionamiento Infonavit obtuvo una evaluación de frecuente con tres puntos en indicadores de seguridad en el contexto de la vivienda y en riesgos artificiales; en protección contra el delito obtuvo una evaluación de escaso con dos puntos; muy escaso con un punto en medidas de seguridad en el entorno de la vivienda y percepción de riesgos naturales, y cero puntos en percepción y predisposición a actividades ilícitas cercanas al inmueble (figura 16).

**FIGURA 16**

Percepción del riesgo y seguridad. Evaluación de los indicadores de los tres fraccionamientos



Fuente: trabajo de campo. Elaboró: López, A., 2020.

## CONCLUSIONES

Con base en el objetivo de la investigación y en respuesta a la pregunta sobre ¿cuáles son los indicadores que pueden encontrarse en la vivienda de interés social en Comalcalco y en qué medida esas variables denotan un compromiso con la sustentabilidad?, se infiere que algunas variables e indicadores establecidos en los diferentes instrumentos nacionales sí tienen potencial para ser acopladas a los Objetivos del Desarrollo Sustentable de acuerdo con las categorías e indicadores establecidos en la normativa y programas mexicanos como Hipoteca Verde, Sisevive o la NAMA. Estas categorías e indicadores son más evidentes en la calidad del entorno urbano, habiéndose obtenido evaluaciones más altas en el fraccionamiento Fovissste, seguido por el fraccionamiento Infonavit y quedando como el peor evaluado de la categoría el fraccionamiento Gobernadores. De las variables de esta categoría con 12 posibles puntos por obtener cada una, de manera global, la mejor evaluada correspondió a los servicios públicos, seguida por equipamiento e infraestructura, y las variables con la evaluación más baja fueron mobiliario y movilidad y accesibilidad.

De la categoría habitabilidad se encontró que el fraccionamiento mejor evaluado fue Infon-

avit, seguido por Fovissste y el peor evaluado fue Gobernadores. Las variables de esta categoría sin embargo fueron evaluadas muy bajo, pues de 12 posibles puntos, las de circulación, iluminación y ventilación obtuvieron apenas seis puntos. Es decir, esta categoría no es considerada como un elemento que aporte calidad en la habitabilidad.

De las categorías ecotecnologías y calidad ambiental, el fraccionamiento mejor calificado fue Infonavit, seguido de Fovissste y el peor fue el fraccionamiento Gobernadores; sin embargo, la evaluación global alcanzada por las variables de estas categorías no representa un punto significativo para conferirles la categoría de sustentables, habiendo obtenido agua y energía apenas seis puntos de 12, en tanto que eficiencia térmica tres puntos y las variables de áreas verdes y residuos no alcanzaron ningún puntaje.

La última categoría no obstante resultó la evaluación opuesta, siendo el fraccionamiento Gobernadores el que se evaluó con menores riesgos y mayor seguridad, seguido por Infonavit, y el peor evaluado fue Fovissste. Para esta categoría la variable de indicadores de seguridad en el contexto de la vivienda fue evaluada con ocho puntos y protección contra el delito y riesgos artificiales con siete puntos de 12, lo que denota un mayor control privado de la seguridad de la vivienda y una mayor percepción del riesgo por agentes exógenos a la misma. Las variables de medidas de seguridad en el entorno de la vivienda, riesgos naturales y percepción y predisposición a actividades ilícitas cercanas al inmueble fueron evaluadas como poco frecuentes.

De las cinco categorías se observa que, a mayor centralidad en el territorio, mayor disposición de servicios, movilidad, menor seguridad y mayor riesgo, situación que podría deberse a las exigencias de desplazamientos, a mayores jornadas de trabajo, desarraigo, falta de identidad y poca convivencia vecinal.

Como conclusión puede decirse que ninguna de las 20 variables fue evaluada consistentemente de manera positiva, lo que se deduce como falta de consideración de las variables de sustentabilidad en la vivienda de fraccionamientos de

interés social, reafirmando que en Tabasco la vivienda de interés social no considera principios sustentables de forma contundente que permitan evaluar el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS).

De ello se infiere que el municipio responde a un plan o programa para cubrir los servicios generales, pero no se ha considerado la ciudad como el lugar donde se da la ciudadanía, la identidad y el derecho a la ciudad, ni a la vivienda como unidad detonadora y promotora de los compromisos de sustentabilidad ante el cambio climático.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calvente, A. (2007). *El proceso moderno de sustentabilidad*, UAIS. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51722288/Concepto\\_Moderno\\_de\\_Sustentabilidad.pdf?1486675473=&response-content-disposition=inline%3b+filename%3del\\_concepto\\_moderno\\_de\\_sustentabilidad.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51722288/Concepto_Moderno_de_Sustentabilidad.pdf?1486675473=&response-content-disposition=inline%3b+filename%3del_concepto_moderno_de_sustentabilidad.pdf). Recuperado 26/08/2019.
- Carson, R. (1960). *Primavera silenciosa*. (1ª edición). España: Planeta.
- Chan, 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. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12843/06\\_Chan%20Lopez\\_Delia.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12843/06_Chan%20Lopez_Delia.pdf). Recuperado 20/10/2019.
- Coneval. (2015). *Índice de rezago social 2015 a nivel nacional, estatal y municipal*. [https://www.coneval.org.mx/Medicion/irs/Paginas/Indice\\_Rezago\\_Social\\_2015.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/irs/Paginas/Indice_Rezago_Social_2015.aspx). Recuperado 20/04/2020.
- . (s/f). *Calidad y espacios de la vivienda*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Calidad-y-espacios-en-la-vivienda.aspx>. Recuperado 20/10/2019.
- Corral, J. (2012). *La vivienda “social” en México*. <http://conurbamx.com/home/wp-content/uploads/2015/05/libro-vivienda-social.pdf>. Recuperado 28/05/2020.
- García, B. (2010). Vivienda social en México (1940-1999): Actores públicos, económicos y sociales. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, vol. 3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7300558>. Recuperado 15/17/2020.
- Garza, G. (2003). *La urbanización de México en el siglo XX*. Colegio de México. En: <http://www.cervantesvirtual.com/obra/la-urbanizacion-de-mexico-en-el-siglo-xx-889017/>. Recuperado 20/09/2020.
- GIZ. (2012). *NAMA de vivienda nueva, NAMA apoyada para la vivienda sustentable en México*. México: Sedatu/Conavi/Segob.
- Hernández y Velásquez. (2014). *Vivienda y calidad de vida. Medición del hábitat social en el México occidental* [Ebook]. <https://pdfs.semanticscholar.org/61d9/53b2bef344a101c7bdba37f8695d84e039fc.pdf> Recuperado 20/09/2020.
- INEGI. (2016). *Inventario nacional de vivienda 2016*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>. Recuperado 22/12/2020.
- Infonavit. (2011). *Manual explicativo del programa “Vida Integral Infonavit: Vivienda Sustentable” versión oficial* (revisado el 1 de febrero de 2013). <https://covea.mx/blog/ManualVidaIntegralInfonavitViviendaSustentableAtributosMedicionyBeneficiosFebrero2013.pdf>. Recuperado 07/12/2020.
- . (2016). *Informe anual de actividades 2016*. <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/63/2017/nov/Infonavit-20171107.pdf>. Recuperado 07/12/2020.
- ITC. (2018). *Construcción sustentable en México. Hacia una mayor eficiencia energética con base en una industria de construcción sustentable en México*. <http://www.adocac.mx/web/images/descargas/060218.pdf>. Recuperado 06/12/2020.
- Juárez, M. (2016). *La vivienda como representación cultural*. <http://revistas.unam.mx/index.php/bitacora/article/view/56711>. Recuperado 06/12/2020.
- Landázuri y Mercado. (2004). *Algunos factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda*. <https://es.scribd.com/document/407944874/Algunos-factores-fisicos-y-psicologicos-relacionados-a-la-calidad-interna-de-la-vivienda-pdf>, Resma: México. Recuperado 06/12/2020.
- Magaña y Gay. (2002). Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos. *Gaceta Ecológica de la UNAM*, núm. 65, pp. 7-23. <https://biblat.unam.mx/es/revista/gaceta-ecologica/>

- articulo/vulnerabilidad-y-adaptacion-region-al-ante-el-cambio-climatico-y-sus-impac-tos-ambientales-sociales-y-economico. Recuperado 17/09/2019.
- Morillón, G. (2011). *Edificación sustentable en México: Retos y oportunidades*. [http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/morillon/trabajo\\_final.pdf](http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/morillon/trabajo_final.pdf). Recuperado 05/12/2020.
- Morin, E. (2003). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa.
- ONU-Hábitat. (2019). *Elementos de una vivienda adecuada*. <http://onuhabitat.org.mx/index.php/elementos-de-una-vivienda-adecuada>. Recuperado 05/12/2020.
- Ruiz, N. (2011). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*. México: UNAM. <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n77/n77a6.pdf>. Recuperado 29/12/2020.
- Secretaría de Economía. (2013). *Edificación sustentable: Criterios y requerimientos ambientales mínimos, NMX-AA-164-SCFI-2013*.
- Sedatu. (2019a). *Criterios técnicos para una vivienda adecuada*. México: Segob.
- . (2019b). *Programa Nacional de Vivienda 2019-2024*. [http://portal.ruv.org.mx/wp-content/uploads/2019/12/191126\\_Programa-Nacio-nal-de-Vivienda-2019-2024-v13.pdf](http://portal.ruv.org.mx/wp-content/uploads/2019/12/191126_Programa-Nacio-nal-de-Vivienda-2019-2024-v13.pdf). Recuperado 06/06/2020.
- . (2020). *Cambio de paradigma sobre desarrollo urbano. Módulo 1*. México: Segob.
- Sedatu-Conavi. (2016). *Vivienda sustentable en México. La NAMA como parte de la transformación del sector vivienda*. Documento en la web. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172144/nama\\_vivienda\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172144/nama_vivienda_2016.pdf). Recuperado 12/05/2020.
- Serra, R., y Coch, H. (1995). *Arquitectura y energía natural*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- SNIIV. (2020). *Sustentabilidad*. Gobierno de México. [http://sniiiv.conavi.gob.mx/sustentabilidad/reporte\\_sisevive.aspx](http://sniiiv.conavi.gob.mx/sustentabilidad/reporte_sisevive.aspx). Recuperado 29/11/2020.
- Solís, A. (2016). *Proyecto: “Construcción Ecológica-Casas Ecosustentables”*. [http://sgpwe.izt.uam.mx/pages/cbi/spaez/index\\_files/Proyecto%20Construcci%F3n%20Ecol%F3gica%20-%20Casas%20Autosustentables%2020160725.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/pages/cbi/spaez/index_files/Proyecto%20Construcci%F3n%20Ecol%F3gica%20-%20Casas%20Autosustentables%2020160725.pdf). Recuperado 07/03/2020.
- STPS. (2020). Factores de riesgo psicosocial en el trabajo: Identificación, análisis y prevención, NOM-035-STPS-2018. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018). Recuperado 26/08/2020.

# Propuesta metodológica para evaluar calidad de vida y bienestar social en relación con el diseño urbano

## *Methodological proposal for quality of life and social well-being assessment in relation to urban design*

Doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.182>

**IVONNE ELISA ÁLVAREZ VALENZUELA**

<https://orcid.org/0000-0003-2758-5443> / [ieav1726@gmail.com](mailto:ieav1726@gmail.com)

**GLEND A BETHINA YANES ORDIALES**

<https://orcid.org/0000-0002-6219-8978> / [glenda\\_yanes@yahoo.com](mailto:glenda_yanes@yahoo.com)

Universidad de Sonora, México

Recibido: 24 de abril de 2021. Aceptado: 15 de mayo de 2021.

### RESUMEN

En países en desarrollo y desarrollados, los estudios sobre la calidad de vida y bienestar social se han convertido en una herramienta importante para la evaluación de políticas, la calificación de lugares, la planificación urbana, así como su gestión.

El analizar el bienestar y la calidad de vida de una sociedad significa analizar las experiencias subjetivas de los individuos que la integran y que, en consecuencia, exige conocer cómo viven los sujetos, sus condiciones objetivas de existencia, las expectativas deseadas de transformación de dichas condiciones, y evaluación del grado de satisfacción que se consigue (Rueda, 1996).

Es por ello que el objetivo de este documento es presentar un método replicable, además de permitir evaluar la relación que existe entre las soluciones de diseño urbano y su impacto en la calidad de vida y bienestar social en un determinado sector dentro de una ciudad. Los resultados presentan respuestas subjetivas a través de la percepción de usuarios, que aproximan a comprender una realidad única para cada vecindario.

La utilización de este método permitiría conocer en qué situación se encuentran las comunidades según la tipología habitacional urbana en que residan y el contexto social, temporal y urbano que interviene directamente en su bienestar y participación como sociedad, logrando ser un estudio aplicable para futuras proyecciones residenciales, diseño urbano y mejoras en sectores existentes.

**Palabras clave:** diseño urbano, vecindario, comunidad, calidad de vida, bienestar social.

### ABSTRACT

Studies on quality of life and social well-being in cities of developing and developed countries are becoming an important tool for policy evaluation, place qualification, management and urban planning.

Analyzing societies' well-being and quality of life means analyzing subjective experiences of individuals, which requires knowing how subjects live, their objective conditions of existence, their reported desire expectation of transforma-



tion, and evaluating achieved satisfaction degree (Rueda, 1996).

Therefore, the objective of this paper is to present an applicable methodology to any Latin American city, allowing to evaluate relationships between urban design and impact on quality of life and social well-being within a given city district. The results exhibit subjective responses through the perceptions of users, which approach understanding a unique reality and insights for each neighborhood.

Using these methods would allow knowing the communities' situation according to their housing urban typology, as well as social, temporal and urban context that directly intervenes on well-being and people (neighbors) participation. Hence, the study's results could be applied to housing development projections, urban design and improvements of existing city districts.

**Keywords:** urban design, neighborhood, community, quality of life, social well-being.

## INTRODUCCIÓN

ONU-Hábitat (2016) define las ciudades como el motor del desarrollo y la productividad; por esto su importancia para el futuro tanto de un país como del mundo, necesitando de intervenciones necesarias para generar bienestar en ellas. Es decir, a lo largo de la historia de la humanidad la búsqueda de niveles deseables de bienestar ha sido una preocupación que, con intereses y enfoques diversos, ha estado siempre presente (Barbosa, 1982).

Por otro lado, resulta fácil relacionar los conceptos de calidad de vida (CV) y el bienestar social (BS). Incluso se puede inferir en distintos autores cómo el BS forma una parte subjetiva de la CV. Sin embargo, algunos autores diferencian estos conceptos y los precisan independientemente, haciendo sus interpretaciones con distintos enfoques. Para el caso expuesto en el presente documento, se integran perspectivas encauzadas a estudios sociales y urbanos (diseño). Acorde con ello, expresa Hamburger (2013) que el desarrollo

humano y la CV de una sociedad se manifiestan de muchas maneras, asociados a la plena realización y expresión de la vida comunitaria, de la vida en sociedad y, en tal medida, evidentes en la concreción de la inclusión, participación, solidaridad y equidad. Por su parte, Urzúa y Caqueo (2011) destacan que los conceptos han comenzado a utilizarse cada vez más en el campo de las evaluaciones en salud o como medida de bienestar.

El interés por el bienestar de los habitantes de las ciudades y pueblos ha existido en mayor o menor medida desde que aparecieron los núcleos urbanos. Sin embargo, la utilización de los términos bienestar social y calidad de vida puede remontarse a Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial, como una tentativa de los investigadores por conocer la percepción de las personas, pretendiendo saber si tenían una buena vida o si se sentían financieramente seguras (Gómez, 2009).

Las primeras expresiones de estos términos aparecieron en los debates públicos en torno al medio ambiente y al deterioro de las condiciones de vida urbana. Durante la década de los cincuenta y a comienzos de los sesenta la creciente inclinación por conocer el bienestar humano y las consecuencias de la industrialización en la sociedad hicieron surgir la necesidad de medir esta realidad a través de datos objetivos, y desde las ciencias sociales se inicia el desarrollo de los indicadores sociales, estadísticas que permiten medir datos y hechos vinculados al BS de una población (Gómez y Sabeih, 2000). Mientras que en la década de 1970, durante los primeros estudios en Estados Unidos e Inglaterra, la definición del concepto fue el tema principal. Más adelante el interés se centró en la medición de la calidad de vida urbana (CVU) y la determinación de objetivos e indicadores subjetivos, definiéndola como una relación existente entre percepciones individuales y los sentimientos de las personas, así como sus experiencias dentro del espacio en el que viven (Senlier y Yildiz, 2008). En otras palabras, se comenzó a diferenciar al bienestar como el ámbito subjetivo de la CVU, concepto que consideraba, asimismo, aspectos objetivos.

Con esto se logra definir la calidad de vida (CV) como concepto integrador, el cual comprende todas las áreas de la vida (carácter multidimensional) y hace referencia tanto a condiciones objetivas como a componentes subjetivos (Gómez y Sabeh, 2000). La inclusión del término en la primera revista monográfica de Estados Unidos, *Social Indicators Research*, en 1974, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos: Hábitat, en 1976 y en *Sociological Abstracts* en 1979, contribuyeron a su difusión teórica y metodológica, convirtiendo las investigaciones en torno al término el tema central, e introduciéndolo en América Latina (Marengo y Elorza, 2010).

Campbell (1981) expone uno de los estudios realizados por el Instituto de Investigación Social de la Universidad de Michigan. En éste, intentó evaluar la sensación de bienestar de los estadounidenses durante un periodo de 20 años, desde 1959 hasta 1978, concluyendo que desde la perspectiva de la percepción generalmente se califica como alta la satisfacción personal respecto a la vida. Senlier y Yildiz (2008) relacionan que después de esta década se comenzaron a concentrar en las definiciones de indicadores objetivos y gradualmente en los subjetivos, puesto que el área objetiva abarcaba el criterio relacionado con la cultura, mientras que la subjetiva tenía una cobertura más amplia con percepciones. Posteriormente Gómez (2009) destaca que en todas las conferencias y cumbres internacionales, celebradas desde 1992 hasta 1996, se trataron diversas medidas que se debían aplicar en los niveles no sólo internacionales y nacionales, sino también en los regionales y locales, es decir, en las ciudades y pueblos de cada territorio.

El hecho de que desde sus inicios haya estado vinculado a otras variables psicológicas que involucran en sí mismas al concepto de “bienestar”, ha posibilitado que, a la fecha, aún muchos investigadores no diferencien claramente en sus estudios cada concepto o lo utilicen de manera indistinta (Urzúa y Caqueo, 2011). Sin duda es fácil confundirlos, relacionarlos y a la vez diferenciarlos de manera subjetiva; Marans (2012) afirma

que la CV tiene un componente tanto objetivo como subjetivo y requiere una comprensión de ambos componentes y las relaciones entre ellos.

Es por esto que Apparicio *et al.* (2008) destacan que, pese a muchos intentos de medición y fascinación de los académicos con este concepto, hasta el día de hoy todavía no hay una definición estricta y universalmente aceptada.

En los últimos años las investigaciones han aumentado evolutivamente en diferentes ámbitos del trabajo profesional y científico. Algunos de ellos, realizados por Urban Audit en cooperación con la Unión Europea y Eurostat (Estadísticas Europeas), hacen comparaciones entre ciudades mediante el uso de indicadores subjetivos y objetivos en la evaluación de la CVU (Senlier y Yildiz, 2008). Marans y Stimson (2011) exponen que los científicos sociales han tenido un gran interés durante un largo periodo en investigar aspectos relacionados con el concepto; la intensidad del interés, los enfoques utilizados y la guía de sus investigaciones han variado, pero siempre con una tendencia en aumento de interés.

Por otra parte, ONU-Hábitat (2016) expone que hoy en día diferentes países alrededor del mundo cuentan con una medición multidimensional de la situación actual de sus ciudades, lo que permite identificar oportunidades y áreas potenciales de intervención para que éstas transiten por un sendero de prosperidad.

Los factores objetivos de estos estudios son comprendidos por la mayoría de los autores en la literatura, como aquellas fuentes de datos dentro de un entorno urbano, que va desde lo físico, social, económico, demográfico, infraestructura, servicios, transporte, así como las condiciones ambientales de dicho espacio físico.

En otro orden de ideas, los factores subjetivos son comprendidos como aquellos que se obtienen a través de investigaciones de campo, cuestionarios o entrevistas, buscando recabar información acerca de necesidades básicas y colectivas, sujetas a la percepción individual que pone énfasis en emociones, mapas mentales y respuestas de satisfacción, involucrando de esta misma manera la felicidad para su evaluación.

Es por esta razón que en la amplia variedad de estudios enfocados en este tema se planteen términos como calidad de vida urbana, calidad de vida percibida, bienestar psicológico/social, entre otras variantes que extienden las posibilidades de su aprendizaje, permitiendo la estructuración de metodologías que ponderan, seleccionan o delimitan las diferentes variables, indicadores, factores, instrumentos y herramientas de análisis aplicables al caso de estudio basados siempre en una dimensión y escala delimitada en un tiempo y espacio propio.

La propuesta de método descrita en el presente documento abarca un enfoque mixto, es decir considera tanto factores objetivos como subjetivos, cubre ambos sistemas, acotándolos en una escala barrial o distrital. Según Marengo y Elorza (2010) la calidad de vida residencial puede ser definida como el conjunto de atributos de que dispone un asentamiento para satisfacer las necesidades de una población. Idealmente, la investigación debe incorporar todas las dimensiones y combinar mediciones (objetivas y subjetivas) (Li y Weng, 2007). En otras palabras, comprendiendo que dichas escalas permiten develar información de realidades y fenómenos únicos, particulares de cada zona.

Es indispensable también contar con un método en donde se puedan comparar los resultados de distintos sectores o vecindarios, como el documento de Hur y Morrow-Jones (2008), quienes comparan variables de satisfacción en diferentes ámbitos de estudio; sin embargo, es indiscutible la necesidad de contemplar el enfoque objetivo también y la correcta elección del instrumento para su procesamiento.

## REFLEXIÓN TEÓRICA

Sin duda alguna las ciudades se encuentran en constante evolución, ya sea en un proceso de decadencia o renovación, siempre involucrando los contextos dentro de los cuales interfiere el diseño urbano, desde lo social, lo visual, lo funcional, lo temporal, lo morfológico y lo perceptivo (Car-

mona *et al.*, 2012; Bazant, 2006). Sin olvidar las formulaciones del nuevo urbanismo, las cuales parten de bases ecológicas para anticipar o mitigar las incertidumbres causadas por este mismo sistema urbano (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2018).

Es indiscutible el interés actual por distintas organizaciones e instituciones en todos los niveles, internacionales y nacionales, en los cuales promueven el desarrollo urbano sostenible (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987; Naciones Unidas *et al.*, 2014; Naciones Unidas, 2016), el cual no sólo es atendido de manera general a las manchas urbanas, sino que busca su aplicación en los nuevos desarrollos y en el medio físico construido, puesto que la calidad del entorno urbano (y del entorno residencial en particular) es un factor clave que influye en el bienestar general de las personas (Bonaiuto y Fornara, 2017).

En este documento se entiende la calidad de vida urbana (CVU) como aquella condición multivariable que consta de dimensiones físicas, sociales y psicológicas, dentro de una escala nacional, urbana/local o barrial, en un tiempo y espacio específico. Es también la combinación de enfoques objetivos, como lo son: el entorno urbano, ambiental, económico, social y demográfico, el cual constituye la infraestructura, los servicios y el transporte. En otras palabras, las condiciones externas que definen los niveles de satisfacción del individuo o la sociedad a través de fuentes de datos diversas (Gómez y Sabeh, 2000; Hur y Morrow-Jones, 2008).

Vale destacar la existencia de enfoques subjetivos que parten de las necesidades individuales y colectivas, externadas mediante la percepción, emoción, satisfacción y recuperadas en estudios de campo, cuestionarios, entrevistas y hasta de mapas mentales. Desde este esquema subjetivo se involucra el término “bienestar”, con ello que el concepto de bienestar social se puede describir en dimensiones sociales, económicas, satisfacción de necesidades y de la propia salud física o mental. Se infiere, de esta manera, la participación del individuo o grupo de personas para

evaluar su grado de conformidad o satisfacción respecto a sus diferentes entornos, llegando a considerar incluso los niveles de agrado o felicidad (Senlier y Yildiz, 2008). Hamburger (2013) señala que el bienestar social de una comunidad se manifiesta de muchas maneras, asociadas a la plena realización y expresión de la vida comunitaria y en sociedad, en tal medida, evidentes en la concreción de la inclusión, participación, solidaridad y equidad. Cabe agregar que evaluar el bienestar social está directamente relacionado con enfoques subjetivos, buscando recabar información acerca de necesidades básicas y colectivas sujetas a la percepción individual que pone énfasis en emociones, mapas mentales y respuestas de satisfacción, involucrando de esta misma manera la felicidad en sí para su evaluación.

Por otra parte, son también de suma importancia las definiciones de conceptos como: fraccionamiento, vecindario y barrio, ya que permiten su uso correcto en este documento. Se entienden los últimos dos (vecindario y barrio) como el conjunto habitacional que no sólo hace referencia a su carácter físico o morfológico, sino a la percepción del sujeto, el sentido de pertenencia, la identidad y las características propias del lugar (Américo y Aragonés, 1997; Murillo y Schweitzer, 2011; H. Congreso de la Unión, 2016).

Sin embargo, la mayoría de los autores catalogan a los vecindarios y barrios en dos tipologías, tradicional y suburbana (Adams, 1992; Duany *et al.*, 2001, Handy *et al.*, 2008; Lovejoy *et al.*, 2010). La forma suburbana tiene vertientes como la expansión, segregación, temporalidad (ubicación periurbana) y una de sus características más representativas es la comunidad cerrada. Mientras que la tradicional es aquella que se encuentra configurada intraurbana y es de formato abierto, aunque autores como Murillo y Schweitzer (2011) consideran que un formato tradicional puede clasificarse en formales (planeación urbana de por medio) e informales (sin planeación de origen), según su composición o precedencia morfológica.

Queda entendido que el término comunidad hace referencia a la cohesión social de un determinado grupo dentro de la sociedad, su integra-

ción puede tener un alto grado de conformidad (Gardner, 1991); o un sentido de apego residencial (Bonaiuto y Fornara, 2017); pero que también se ajusta y adapta (Sánchez y Noda, 2016). En este mismo orden de ideas, para Blakely y Snyder (1997) la comunidad involucra tanto compartir un territorio, como experiencias e interacciones sociales, y tradiciones, metas o propósitos comunes. De ahí que la participación en la vida comunitaria del lugar —incluso política y económica— tome relevancia en la construcción de sentimiento de comunidad debido a una conciencia de destino (sino) común. Todo ello involucra la propia interacción, que dependerá del momento y lugar en que se encuentre (Denzin, 2000); es en este sentido que la teoría relaciona esta integración con las distintas formas urbanas.

A diferencia de los barrios y vecindarios, el fraccionamiento es descrito como la subdivisión de un terreno en lotes o parcelas con características de dimensión y uso específico, en la cual el fraccionador (desarrollador urbano) es responsable de proveer o donar al municipio las vías públicas y los espacios requeridos para los servicios de equipamiento urbano (Plazola, 2001). Un fraccionamiento a su vez puede ser abierto, siguiendo el patrón del vecindario tradicional, o puede ser cerrado, comprendiendo el esquema de seguridad que ha surgido con el paso de los años en las ciudades.

Actualmente en México, y en muchas ciudades latinoamericanas, el vecindario cerrado es la forma urbana de desarrollo más común, lo que lleva a indagar sobre las preferencias de elección residencial. Se dice que estas decisiones están relacionadas con el mercado inmobiliario, beneficiado por subsidios, incentivos fiscales, zonificación de usos de suelo y otras políticas pensadas para favorecer las formas construidas en la periferia urbana (Lovejoy *et al.*, 2010). Esta preferencia de formato residencial puede atribuirse a la búsqueda de un estilo de vida en particular (Yanes, 2019), a la imagen urbana (Lynch, 1959), a la percepción de seguridad (Blakely y Snyder, 1997), e incluso el pensar en una mayor satisfacción residencial prometida por los promotores de

vivienda (Lovejoy *et al.*, 2010); ya que la satisfacción del vecindario es vista típicamente como un ingrediente importante en la calidad de vida de un residente (Chapman y Lombard, 2006).

Es difícil pensar en qué medida el fraccionamiento cerrado contribuye a crear ciudades más seguras, tranquilas, amables, cohesionadas y ordenadas, cuando tiende a beneficiar solamente a determinados sectores sociales, excluyendo al resto. Revertir el proceso de segregación social en las ciudades es una actividad que, forzosamente, requiere la conciliación de un fenómeno que al parecer favorece la creación de seguridad y privacidad, homogeniza a los grupos de mayores ingresos y confiere prestigio, densifica y compacta a las ciudades, presenta mejores equipamientos de uso colectivo y viviendas de calidad, pero al mismo tiempo es un proceso que restringe la diversidad de usos del suelo, la sustentabilidad urbana, la conexión urbana, la diversidad social, la accesibilidad y la equidad social (Enríquez, 2007). Es decir, los fraccionamientos cerrados se visualizan incompatibles con las propuestas de integración de la comunidad y el desarrollo sostenible (Blakely y Synder, 1997; Carrasco, 2010).

En la propuesta aquí descrita se considera como parte del análisis al vecindario, barrio o fraccionamiento, ya sea tradicional abierto o cerrado. La configuración abierta tiende a adaptarse al medio físico natural del lugar geográfico donde se ubique, tratándose de un desarrollo dentro de la mancha urbana que, al mismo tiempo, se puede clasificar en el patrón urbano tipo parrilla y el vecindario de calles sinuosas o curvas. Mientras que la cerrada puede encontrarse intraurbana o periférica,<sup>1</sup> siendo su principal característica de

diseño la protección mediante barreras físicas, bardas o rejas.<sup>2</sup>

Además, resulta pertinente conocer la percepción de calidad de vida de los habitantes en distintos tipos de vecindarios; por ejemplo, comparativamente un vecindario cerrado en relación con uno abierto, la diferencia radica en su realidad social, la cual se construye gradualmente con la participación activa de los agentes sociales, quienes crean su simbología propia a partir de las expectativas que logran percibir y crear en su entorno físico (Palomares, 2008). El uso de modelos teóricos mixtos en este caso permite un entendimiento más amplio del estudio descriptivo y social, además acorde con el nivel de la investigación, la escala barrial o distrital, se concentra en características espaciales, humanas, sociales, funcionales y contextuales (Bonaiuto y Fornara, 2017); con enfoque en los fenómenos del crecimiento urbano en relación con las formas de desarrollo o expansión actuales y la participación de los ciudadanos como agentes en su dinámica y transformación (Munizaga, 2016).

## MÉTODO DE ANÁLISIS

Para la construcción de la herramienta de análisis se tomaron en cuenta distintos referentes, entre ellos, estudios enfocados en calidad de vida y bienestar social, en donde a través de la comparación de sus dimensiones, instrumentos, variables e indicadores se pudo construir la herramienta propuesta en este artículo (véase en tabla 1).

1. Entendemos el espacio periférico en cualquiera de las siguientes dos acepciones reconocidas por Obeso-Muñoz (2019), ya sea como: 1. El espacio de paisaje intermedio entre lo urbano y lo rural (franjas, anillos o zonas); o 2. Un campo continuo en el cual pueden identificarse gradientes de difusión de la ciudad hacia zonas rurales contiguas. Es decir, nos referimos a lo periférico en su concepción morfológica o ubicación geográfica. Sin embargo, es de mencionar que la propuesta metodológica sí considera la valoración de la evolución del sector estudiado, y para ello, el conocimiento de las distintas dinámicas que dieron origen al actual patrón y diseño de la zona estudiada (barrio, vecindario o fraccionamiento), es relevante para la comprensión del impacto que dichas

transformaciones han tenido sobre el bienestar y calidad de vida de sus residentes.

2. Blakely y Synder (1997) dividen a los fraccionamientos cerrados (*gated communities*) en tres subtipos: estilo de vida, zonas de seguridad y comunidades de prestigio. El primer tipo comprende a los fraccionamientos que ofrecen amenidades o equipamientos específicos tales como campos de golf, ecuestres o campestres. Los segundos no cuentan con un equipamiento relacionado con un estilo de vida en particular, su principal característica es que los propios residentes deciden cerrar el vecindario alentados, sobre todo, por una cuestión de inseguridad. Finalmente, en el tercero de los subtipos se encuentran aquellos fraccionamientos proyectados desde su concepción con controles de acceso y bardas perimetrales, sin contar con un equipamiento específico para un estilo de vida en particular.

**TABLA 1**

Esquema de síntesis comparativa de diferentes estudios acotando su dimensión, variables, indicadores e instrumento

<b>Dimensión</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Autores</b>
Escala distrital	Variables de CVU: Servicios básicos. Infraestructura. Aspectos ambientales. Cobertura y/o área de influencia. Opinión/percepción de los usuarios.	Indicadores básicos: Electricidad, gas, agua y alcantarillado. Indicadores urbano-sociales: Salud, educación, comunicación, recreación, seguridad, etc.	Métodos cualitativos y cuantitativos. Encuestas socio-urbano ambientales. Muestreos urbanos globales. Censo. Instrumentos: SPSS y/o Simstat Arcview (SIG). Técnicas de lógica borrosa o difusa.	Discoli, Martini, Ferreyro, Dicroce, Barbero y Esparza (2010)
Escala barrial	Acceso a servicios: Infraestructura y equipamiento comunitario. Condiciones de habitabilidad. Seguridad dominial. Participación vecinal. Organización comunitaria. Satisfacción vecinal.	Condiciones objetivas: Condiciones habitacionales y materiales del área de intervención. Condiciones subjetivas: Percepciones y valoraciones de los usuarios sobre las acciones ejecutadas.	Investigación cuantitativa: Encuestas por muestra sistemática a pobladores del barrio. Entrevistas en profundidad a informantes clave.	Marengo y Elorza (2010)
Escala barrial	14 variables divididas en independientes y dependientes. Demográficas. Sociales. Satisfacción.	Satisfacción con: Seguridad, servicio local, limpieza, vegetación, acceso peatonal, tráfico, diversidad, distancia al trabajo y familia, acceso áreas recreativas, proximidad a áreas problemáticas, espacio abierto, apariencia general, densidad de la vivienda.	Encuesta sobre satisfacción: Análisis regresión. Software: SAS 8.02, Minitab 13.31 y ArcMap.	Hur y Morrow-Jones (2008)
Escala barrial	Juicios estéticos del entorno: Bienestar psicológico. Satisfacción de necesidades.	Indicadores subjetivos: Valoración estética desde un punto de vista afectivo.	Cuestionario fotográfico a muestra representativa. Análisis de correlación Pearson. Análisis factorial. Análisis de respuesta estética.	Galindo y Corraliza (2000)
Escala barrial	Variables espaciales de la vida cotidiana: Barrio y red cotidiana. Equipamientos cotidianos. Espacios de relación.	Proximidad. Diversidad. Autonomía. Vitalidad. Representatividad.	Análisis de 10 casos de estudio. Encuestas cualitativas. Observación participante. Dinámicas participativas. Entrevistas.	Ciocoletto (2014)

Fuente: elaboración propia.

Con la síntesis anteriormente presentada se dio inicio a la conformación de la herramienta, para ello se tomaron en cuenta las escalas de los estudios analizados, variables e indicadores objetivos como subjetivos; además, instrumentos como observación participante (estudio descriptivo), entrevistas en profundidad de informantes clave o grupos focales y censos, entre otros datos estadísticos.

Del resultado de esta construcción metodológica se desprenden tres fases. La primera consiste en el análisis contextual del caso; este apartado integra el contexto urbano del caso de estudio, analiza posibles antecedentes de interés y hace elección de los ámbitos que se estudiarán, ya sean barrios o distritos, como escalas pertinentes para este artículo.

En la segunda fase se aplican los indicadores que evalúan la CV y BS de las zonas elegidas en relación con el diseño urbano. Éstos serán precisados respondiendo a tres esquemas: el social, el urbano y el desarrollo sostenible. Con ello se permite desarrollar el método de apreciación, es decir, la tercera fase que, a su vez, se subdivide en dos subfases. La primera abarca la descripción objetiva de las características demográficas, espaciales y de funcionamiento de los ámbitos elegidos. Además, dicho estudio descriptivo aborda instrumentos como la observación in situ en cada zona, así como distintos métodos para el registro de datos, ya sean: identificar usos de suelo de predios, uso y apropiación de áreas verdes, mantenimiento y estado de infraestructura

urbana, entre otros. La información capturada es sintetizada en mapas y fichas. Después de realizar este análisis objetivo es posible contrastar con el análisis subjetivo a escala barrial o distrital. Es decir, se coteja con los datos recogidos mediante los instrumentos de la segunda subfase (entrevistas o grupos focales), como se puede apreciar en la ilustración 1.

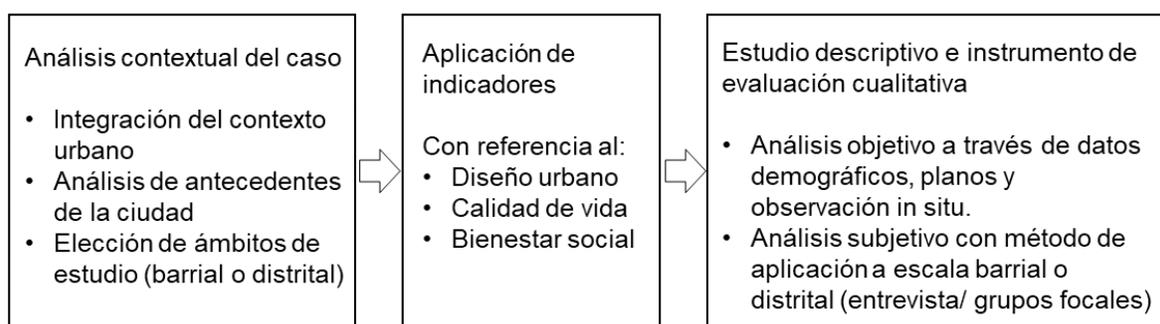
La metodología propuesta permite evaluar la calidad de vida y bienestar social a través de estas tres fases; es indiscutible la importancia de la tercera fase a la hora de proyectar resultados, tomando en cuenta que del análisis objetivo se culmina en datos cuantitativos, los cuales parten de la descripción de los ámbitos de estudio y responden a los indicadores objetivos.

Por otro lado, el segundo estudio atiende indicadores subjetivos, por lo cual el instrumento a aplicar puede ser tanto la entrevista como los grupos focales; dichos métodos se ajustan a las escalas planteadas. Se propone, bajo las mismas variables e indicadores descritos en este artículo, que se podría desarrollar una investigación a escala superior; sin embargo, para esos casos requeriría adaptar el instrumento a posibles encuestas, así como el ajuste en los indicadores aplicados.

Es necesario destacar que la entrevista y los grupos focales fueron elegidos como posibles instrumentos en este método debido a las aportaciones de información cualitativa que pueden brindar; aún más, tratándose de escalas barriales o distritales, reafirmando así la importancia

### ILUSTRACIÓN 1

Fases de la herramienta de análisis y evaluación



Fuente: elaboración propia.

de conocer el tiempo, lugar y percepción de los vecinos que habitan los distintos asentamientos. En otras palabras, brindan información adecuada y suficiente para comprender un asentamiento, incluso pueden ser retomadas para escalas mayores.

## DESARROLLO

La metodología propuesta se desarrolla en tres fases: el análisis contextual del caso de estudio, la aplicación de indicadores objetivos y subjetivos, así como del estudio descriptivo e instrumento de evaluación cualitativa.

Para la elección del caso de estudio es imprescindible retomar que el bienestar de las sociedades urbanas es un tema de interés mundial; además, es preciso situarlo en un determinado tiempo y lugar para su estudio. Ya que a partir de la Conferencia Hábitat, en 1976, se toma la CV como tema central, y es introducido en América Latina. Planteando, además, el escenario de su concepción hasta ser tomado por los organismos de financiamiento de crédito, fijando las misiones y objetivos de los programas de alivio a la pobreza desarrollados en los países latinoamericanos (Marengo y Elorza, 2017; Barbosa, 1982).

Latinoamérica históricamente se ha caracterizado por presentar altos niveles de exclusión de los sectores populares en todo lo que atañe a la vida política, económica y social; situación

que ha llevado a que un gran porcentaje de la población no haya podido acceder apropiada ni suficientemente a los beneficios de la ciudadanía y de la democracia como expresiones de lo público (Hamburger, 2013). Esto debido al crecimiento urbano iniciado al final de la década de los cincuenta, cuando sufrió una aceleración notable. Este fenómeno resultó presentando un cúmulo de ciudades de gran dimensión, plagadas de déficits, funcionamiento ineficiente, y que se encuentran necesitadas de profundos replanteamientos en sus formas de organización y administración (Carrión, 2001).

Las dimensiones de análisis a utilizar hacen referencia al diseño urbano, calidad de vida urbana y bienestar social. Primero se realiza el análisis descriptivo, donde se hace un desglose de toda la información demográfica de los sectores elegidos; entre la información que se comparará entre ellos serán: población residente, número de viviendas, superficie en hectáreas, densidad de población, características generales de las viviendas y tipo de fraccionamiento. También se deberán visitar los barrios o distritos y capturar información a través de la observación; entre algunos datos están la captura del uso de suelo real de predios, orientación de fachadas, registro del número de usuarios que visitan y se apropian de áreas comunes o verdes, y recorrido por calles para verificar el estado de la infraestructura urbana. Con ello se comenzarán a describir por ámbito los siguientes datos descritos en la tabla 2.

**TABLA 2**

Listado de indicadores potenciales para el apartado descriptivo de diseño urbano y calidad ambiental; con su posible instrumento, revisión de fuentes, comparación y autor que lo propone

Indicador	Instrumento	Fuente de datos	Comparación	Autor o institución que lo propone
Densificación habitacional	Planos de conjunto fraccionamientos Observación.	Censo, percepción remota.	En referencia a los ámbitos de estudio y a la ciudad.	Conavi (2008), ONU-Hábitat, Infonavit y Sedatu (2018) Carrasco (2010), Palomares R. (2008)
Diversidad y uso de suelo	Planos de conjunto fraccionamientos. Observación. Plano uso de suelo.	Percepción remota, registros administrativos.	En referencia a los ámbitos de estudio y a la ciudad.	Carrasco (2010), Edwards (2004)

Indicador	Instrumento	Fuente de datos	Comparación	Autor o institución que lo propone
Cumplimiento de infraestructura	Planos de conjunto fraccionamientos. Observación. Planos Implan DENUÉ.	Censo, registros administrativos.	En referencia a los ámbitos.	Conavi (2008) Edwards (2004)
Identificación y proximidad de equipamientos	Planos de conjunto fraccionamientos. Observación. Planos Implan DENUÉ. Imágenes satelitales.	Censo, registros administrativos.	En referencia a los ámbitos.	LNVCs (2018), Palomares (2008), CNDU (2015)
Conectividad y movilidad transporte de centro urbano de 0.5 a 1.5 km de radio de acción (10-15 min).	Planos de conjunto fraccionamientos. Observación. Detección de paradas de autobús.	Percepción remota.	En referencia a los ámbitos.	Conavi (2008), Bonaiuto y Fornara (2017), CNDU (2015)
Orientación de las viviendas.	Planos de conjunto fraccionamientos, imágenes satelitales.	Percepción remota.	En referencia a los ámbitos.	Conavi (2008)
Solución estructural, materiales empleados y estado de la vivienda.	Memoria constructiva, fotografías y entrevistas.	Percepción remota.	En referencia a los ámbitos.	Conavi (2008), CEPAL (2001), ONU-Hábitat, Infonavit y Sedatu (2018)
Accesibilidad. Garantizar el acceso y cercanía de espacio público equipado (menos de 800 m, mínimo 7 m <sup>2</sup> /hab).	Planos de conjunto fraccionamientos, imágenes satelitales.	Percepción remota.	En referencia a los fraccionamientos y a la ciudad.	Rogers y Gumuchdjian (2000), Borja y Muxi (2003), Carrasco (2010), ONU-Hábitat, Sedatu y Conavi (2018)
Densidad de áreas verdes -Área verde (hectárea) por población de 100,000 habitantes.	Planos de conjunto fraccionamientos.	Censo, percepción remota,	En referencia a los fraccionamientos.	Palomares (2008), LNVCs (2018)

Fuente: elaboración propia.

Los indicadores con referencia al diseño urbano, calidad de vida urbana y bienestar social se describen a continuación.

#### *DENSIFICACIÓN HABITACIONAL*

Este concepto se refiere al aumento de la intensidad del uso habitacional, incrementando el número de niveles para vivienda, pasando de uso

habitacional unifamiliar de los lotes, a uso habitacional plurifamiliar. Mismo que conlleva a la clara relación entre la densidad de la vivienda y el consumo de energía. En general, cuanto más compacta y densa sea la tipología de vivienda, mayor será su eficiencia energética. Los principales factores que limitan la densidad están relacionados con el acceso a la luz y la radiación

solar, y su aceptación social, además de que debe buscar evitar el hacinamiento (Conavi, 2008; Edwards, 2004).

#### *DIVERSIDAD Y USO DE SUELO*

La diversidad y uso de suelo hace referencia a la capacidad de un sector de poseer un amplio número de usos de suelo distintos, es decir, lotes con usos o funcionamientos distintos y diversos, convergiendo en zonas que no sean exclusivas para un solo tipo; por ejemplo, usos habitacionales, equipamientos, comercios, entre otros usos mixtos. Ya que la trama urbana ha de poder adaptarse a usos diversos y favorecer la multifuncionalidad. Un área urbana que permite una flexibilidad de usos es la que mejor se adapta a su evolución y se puede mantener correctamente durante mucho tiempo. Por ello es que este indicador hace mención de esta diversidad que debe existir; a través de los usos mixtos del suelo es posible integrar la vivienda con distintos equipamientos, éstos deben ser proporcionados en una etapa temprana de la vida de las nuevas comunidades, para que los residentes no tengan que desplazarse para tener acceso a ellas, generando además vínculos con el lugar donde viven (ONU-Hábitat, Infonavit y Sedatu, 2018; Borja y Muxi, 2003).

#### *CUMPLIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA*

El cumplimiento de infraestructura hace mención de la satisfacción de los requerimientos de agua, drenaje, energía eléctrica y la factibilidad o dotación del servicio, dando cumplimiento a la normatividad y regulaciones establecidas, entendiendo esta misma como las redes y sistemas de organización, distribución de bienes y servicios, incluyendo su equipamiento para el buen funcionamiento de la ciudad. En otras palabras, un desarrollo habitacional sustentable será aquel que facilite el acceso de la población a la infraestructura, el equipamiento, los servicios básicos y los espacios públicos de tal manera que sus ocupantes sean enriquecidos por el entorno (Conavi, 2008; Conavi y Sedatu, 2017).

#### *IDENTIFICACIÓN Y PROXIMIDAD A EQUIPAMIENTOS*

Identificar un equipamiento es dotarlo de reconocimiento por parte de una comunidad, así como su cercanía y facilidad de acceso. Existe un derecho a la centralidad accesible y simbólica, a sentirse orgullosos del lugar en el que se vive y a ser reconocidos por los otros, a la visibilidad y a la identidad; además el disponer de equipamientos y espacios públicos cercanos es una condición de ciudadanía (Borja y Muxi, 2003).

#### *CONECTIVIDAD Y MOVILIDAD, TRANSPORTE DE CENTRO URBANO DE 0.5 A 1.5 KM DE RADIO DE ACCIÓN (10-15 MIN)*

La conectividad y movilidad abarcan temas respecto a la accesibilidad y facilidad que tiene la población por distintos medios de llegar de un punto a otro. No dependen únicamente de sistemas de transportes adecuados a las demandas, también dependen de la diversidad y de la distribución de centralidades, de la calidad urbana y de las ofertas de servicios; no se trata únicamente de que los habitantes de las zonas oscuras se puedan mover, se trata “de iluminar” estas zonas para que sean visibles y atractivas al resto de la ciudadanía. Todos tenemos derecho a la ciudad y este derecho incluye la movilidad y también el reconocimiento de los otros (Borja y Muxi, 2003).<sup>3</sup>

#### *ORIENTACIÓN DE LAS VIVIENDAS*

Es recomendable tomar en cuenta la orientación de viviendas según su ubicación geográfica; al aplicar este indicador deben tomarse en cuenta las necesidades locales del caso de estudio, haciendo referencia al clima y región; algunas zonas requerirán la orientación de sus fachadas para proteger de las ganancias térmicas, otras a favorecer las ganancias térmicas, reducir vientos,

3. En este sentido, se busca promover la accesibilidad y movilidad de la población de los desarrollos habitacionales con dos radios, uno a los equipamientos y otro a centros o subcentros urbanos de trabajo y servicios, a través de acción de la vialidad y de sistemas de transporte colectivo, con una distancia recomendable de la vivienda a un centro urbano concentrador de equipamiento y servicios de acuerdo con el sistema normativo de equipamiento urbano de Sedesol, de 0.5 a 1.5 km, o bien de 15 a 30 minutos (Conavi, 2008).

entre otras condiciones que deberán ajustarse a cada localidad.<sup>4</sup>

#### *SOLUCIÓN ESTRUCTURAL, MATERIALES EMPLEADOS Y ESTADO DE LA VIVIENDA*

El o los sistemas constructivos empleados para la edificación de vivienda deben de seguir esquemas del estudio de los materiales empleados según la región donde se utilicen, cada espacio geográfico requerirá materiales, aislamientos, mantenimientos y adecuaciones distintas adecuadas al clima y temporalidad de la que se aborde. Además, el estado de la vivienda será un punto a considerar por medio de la observación en sitio, el mantenimiento y cuidado de los espacios es el que determina esta condición. Tomando en cuenta que la vivienda es quizá el tipo de construcción que más influye en la calidad de vida, además de que afecta a distintas áreas, como el empleo, la educación, el transporte, la salud y, principalmente, la comunidad. La vivienda puede ser, según como se mire, un capital amortizable a largo plazo o un pasivo: el edificio en sí es, simultáneamente, una inversión financiera y un valor cultural (Edwards, 2004).<sup>5</sup>

#### *ACCESIBILIDAD, GARANTIZAR EL ACCESO Y CERCANÍA DE ESPACIO PÚBLICO EQUIPADO (MENOS DE 800 M, MÍNIMO 7M<sup>2</sup>/HAB)*

El espacio público resulta de importancia esencial: por un lado, como espacio de convergencia, encuentro y esparcimiento social; por otro, por su soporte a estructuras económicas y medioambientales urbanas como lugares de uso público, accesibles y agradables por todos de forma gra-

tuita y sin afán de lucro. Esto incluye calles, facilidad de acceso, espacios abiertos e instalaciones públicas y tiene en cuenta espacios cívicos y lúdicos: parques, jardines vecinales, plazas y áreas recreacionales y deportivas (ONU-Hábitat, 2016).<sup>6</sup>

#### *DENSIDAD DE ÁREAS VERDES (ÁREA VERDE EN HA POR POBLACIÓN DE 100,000 HABITANTES)*

Las áreas verdes en la ciudad deben de cumplir un cierto número de metros cuadrados por cierta cantidad de población, ya que están presentes de diversas formas: áreas de juego y estancia, jardines, parques urbanos, parques locales, plazas, cementerios, patios, parques ecológicos, huertos, terrenos agrícolas, fachadas verdes de los edificios, entre otros. Los enlaces para estas áreas son para reducir los desplazamientos que consumen energía en transporte y fomentar los recorridos peatonales seguros y confortables. Los parques, jardines y zonas arboladas son las zonas verdes de un espacio urbano, ya que aportan la vegetación que proporciona sombra y refresca calles, patios y edificios en verano. El incrementar en número y superficie de zonas verdes reduce el calor adicional del empleo de aire acondicionado. Además, las plantas amortiguan el ruido ambiental, mitigan la contaminación, absorben la lluvia, reducen el impacto de las tormentas y cumplen un papel psicológico importante en la ciudad, manteniendo la diversidad de flora y fauna (Rosas, 2019; Rogers y Gumuchdjian, 2000).

Por otro lado, se encuentran los indicadores subjetivos, mismos que se sugiere sean aplicados a ámbitos con diversas características, esto permitirá buscar conocer la percepción urbana de sectores de distinto estado de consolidación urbana, temporalidad, formato, condiciones, entre otros aspectos. Con el fin de evaluar su calidad de vida y bienestar social, así como comprender

4. Cumpliendo también con las recomendaciones bioclimáticas para el clima cálido seco extremo que se definen en propuestas sobre intervenir la orientación de viviendas en: una crujía sur-sureste o doble crujía nort-sur (Conavi, 2008).

5. Abordando el tema de rezago habitacional, 38 de cada 100 viviendas en México presentan alguna condición de deterioro de sus materiales, insuficiente espacio habitable o instalaciones sanitarias inadecuadas; en estas viviendas habitan 53.6 millones de personas, 43.7% de la población total, por ello es la importancia del proceso de fabricación, mano de obra empleada en su construcción, la disposición de recursos para su fabricación, características ecológicas en el proceso, características de desempeño de calidad y su armonización con el entorno (ONU-Hábitat, Infonavit y Sedatu, 2018; Conavi, 2008).

6. La accesibilidad al espacio público abierto es el porcentaje del área urbana que está localizada a menos de 300 m de un espacio público abierto (parques, plazas, áreas verdes recreacionales, área pública de equipamientos urbanos). Además, mide el porcentaje de área urbana del municipio cercana a los espacios públicos de acceso gratuito y libre, como parques, plazas, jardines, instalaciones recreativas y deportivas, y áreas verdes (ONU-Hábitat, 2016).

en qué medida los residentes han contribuido en los procesos de cambio y planeación urbana de su barrio.

Para esto se plantean los indicadores que atienden directamente al bienestar como sociedad y comunidad específica (véase en tabla 3).

Para un estudio de CV y BS se propone el uso de la percepción como aspecto clave en la identificación de parámetros e indicadores urbanísticos dentro de las comunidades, realizando un estudio de áreas urbanas, como equipamiento, infraestructura y áreas edificadas, para así identificar las características similares, constructivas y perceptibles que los residentes creen que les favorece en su CV, con esto se busca obtener cómo es la división del suelo, servicios (equipamientos, infraestructuras), y cómo lo interpretan los residentes, para entonces tener una caracterización desde el punto de vista urbanístico y social de estos espacios. Los indicadores subjetivos hacen especial referencia a la percepción, puesto que es un mecanismo integrador en el cual se provoca un estímulo, en donde confluyen sensaciones con toda una serie de datos valorativos, estructurados

y organizados, provenientes de la propia experiencia. El objeto percibido es definido a través de interpretaciones cada vez más particularizadas; pasando así de la definición de la imagen como un simple objeto a forma (forma cuadrada, edificio), algo que posee significado para quien la percibe (Palomares, 2008; Briseño, 2012). De éste se desglosan los siguientes indicadores:

#### SEGURIDAD PERCIBIDA

La seguridad percibida es una constante en todas las clases sociales, misma que varía entre cada caso de estudio, puesto que los usuarios intentan como consecuencia de una seguridad percibida como negativa, el asegurar el valor de sus casas, reducir o escapar del impacto del crimen y encontrar vecinos que compartan su sentido de la buena vida, todos ellos como sentido de protección ante la situación actual de su barrio o ciudad. Esta percepción de seguridad existe en un lugar cuando es posible moverse con libertad por todo el barrio sin temor a que algo nos ocurra a cualquier hora y día de la semana (Blakely y Synder, 1997; Ciocolletto, 2014).

**TABLA 3**

Metodología para evaluar el bienestar social en relación con el diseño urbano y calidad ambiental; con su posible instrumento, comparación y autor que lo propone

Indicador	Instrumento	Comparación	Autor o institución que lo propone
Seguridad percibida	Entrevistas y/o grupos focales	En comparación con los fraccionamientos	Blakely y Synder (1997), Palomares R. (2008), Bonaiuto y Fornara (2017)
Nivel de sentimiento de comunidad	Entrevistas y/o grupos focales	En comparación con los fraccionamientos	Blakely y Synder (1997).
Relación entre los residentes	Entrevistas y/o grupos focales	En comparación con los fraccionamientos	Blakely y Synder (1997).
Participación ciudadana	Entrevistas y/o grupos focales	En comparación con los fraccionamientos	Blakely y Synder (1997), Borja y Muxi (2003)
Percepción de áreas verdes	Entrevistas y/o grupos focales	En comparación con los fraccionamientos	Palomares R. (2008), Bonaiuto y Fornara (2017)
Percepción de calidad urbana	Entrevistas y/o grupos focales	En comparación con la ciudad	Palomares R. (2008).
Percepción de calidad de la vivienda	Entrevistas y/o grupos focales	En comparación con la ciudad	Palomares R. (2008).
Percepción de espacios abiertos	Entrevistas y/o grupos focales	En comparación con la ciudad	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (2015)

Fuente: elaboración propia.

### *PERCEPCIÓN DE ÁREAS VERDES*

La percepción de los residentes respecto a las áreas verdes es esa noción, idea o imagen que tienen los usuarios por el uso, estética, funcionamiento y mantenimiento de estos espacios. Entendiendo área verde como la superficie de terreno de uso público dentro del área urbana, provista de vegetación, jardines, arboledas y edificaciones menores complementarias. Se utiliza por extensión para superficies similares no públicas (ejemplo: campos de golf, grandes jardines privados, huertos urbanos, clubes privados de esparcimiento y deporte, etc.); en otras palabras, no existe una distinción si se trata de uso público o privado (Conavi y Sedatu, 2017).

### *PERCEPCIÓN DE CALIDAD URBANA*

Para obtener una percepción de CVU es necesario considerar aspectos que permitan construir parámetros e identificación de códigos y discursos por parte de los residentes en las entrevistas o grupos focales, y así poder identificar su concepción sobre CV en estos entornos urbanos, ya sea en forma positiva o negativa. La CVU tomará aquellos aspectos que se refieran a las condiciones generales de vida individual y colectiva: vivienda, salud, educación, cultura, esparcimiento, alimentación, etc. Principalmente a los aspectos del bienestar social que pueden ser instrumentados mediante el desarrollo de la infraestructura y del equipamiento de los centros de población, es decir, de los soportes materiales del bienestar. Sobre todo será importante especificar que planteará una realidad única y subjetiva según el caso de estudio y la temporalidad que estudie (Palomares, 2008; Conavi y Sedatu, 2017).

### *PERCEPCIÓN DE CALIDAD DE VIVIENDA*

Para evaluar la percepción de calidad de la vivienda es necesario considerar tres factores. El primero es el físico-espacial, que estudia la relación que mantiene el individuo con el espacio interior de su hábitat (espacio, forma, hacinamiento y dimensiones). El segundo factor es la relación de la vivienda con el vecindario (infraestructura y servicios). Y el tercero es la rela-

ción de la vivienda con la ciudad (equipamiento y transporte), dependiendo directamente de la interpretación particular de cada sujeto, variando en tiempo y espacio e íntimamente relacionadas con la cultura del lugar. Las transacciones psicológicas que tienen relación con el usuario y los espacios internos son: placer (bienestar humano, crecimiento personal, sentido de afiliación, sentido de pertenencia, confort, deleite estético), activación (orden, tranquilidad, silencio, temperatura, luz, color/contraste), significación (identidad, pertenencia, arraigo, estatus), funcionalidad (disposición espacial, comunicabilidad, practicidad, eficacia), operatividad (comodidad, amplitud, dinamismo, adaptabilidad, desplazamiento) y privacidad (seguridad, abertura, intimidad, aislamiento, interacción, modulación) (Hernández y Velázquez, 2014).

### *PERCEPCIÓN DE ESPACIOS ABIERTOS*

Espacio abierto se considera a todos aquéllos dedicados a los destinos y fines públicos de recreación, salud pública, vegetación cultura, etc.; se diferencian según el rango de contexto a que se aluden, o sea, regional, emplazamiento urbano, sitio urbano, sector urbano, unidad vecinal, barrio, vecindario, edificación. También relacionado con el espacio público, entendido como el uso de representación, en el que la sociedad se hace visible; es a partir de estos espacios que se puede relatar, comprender la historia de una ciudad; su percepción radica en la imagen que tienen los residentes sobre ellos (Conavi y Sedatu, 2017; Borja y Muxi, 2003).

Por otro lado, se encuentran indicadores como el nivel de sentimiento de comunidad, relación entre los residentes y participación ciudadana, descritos a continuación:

### *NIVEL DE SENTIMIENTO DE COMUNIDAD*

El sentimiento de comunidad en las ciudades es una red de relaciones sociales desarrolladas en un área geográfica reducida; cuando este sentimiento se pierde, verifica el hecho de relaciones de vecindad más débiles y necesidades sociales satisfechas fuera del grupo local. Las funciones

a las que sirve la comunidad son: la producción, distribución y consumo de bienes sociales; control social, tanto formal como informal; socialización; participación social; y apoyo mutuo. Ellos encuentran estas funciones servidas por las comunidades en muchas formas. Existe una comunidad de responsabilidad limitada, donde la entrada y la salida están abiertas y siguen las necesidades individuales: la comunidad defendida, definida en oposición a su entorno. La comunidad como las instituciones que median entre el individuo y la sociedad, como la iglesia, la familia y los vecindarios (Palomares, 2008; Blakely y Synder, 1997).

#### RELACIÓN ENTRE LOS RESIDENTES

Las relaciones sociales existentes dentro de un vecindario o zona en particular son variables, en algunos casos este trato es esporádico, hostil, amable o de respeto, ya que se logran formar grupos de amigos y en otros las relaciones son sólo superficiales. Pero la segregación social se hace más evidente en la medida en que los residentes de algún barrio tienen escasa o nula relación con los vecinos de los alrededores. Además, dichos lazos entre los habitantes se materializan y expresan en la conformación del espacio abierto, las calles, las plazas, los parques, los lugares de encuentro ciudadano, en los monumentos, áreas comerciales, equipamientos culturales, es decir, espacios de uso colectivos debido a la apropiación progresiva de la gente, que permiten el paseo y el encuentro, que ordenan cada zona de la ciudad y le dan sentido, ya que son el ámbito físico de la expresión colectiva y de la diversidad social y cultural (Borja y Muxi, 2003).

#### PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Participación es la actividad organizada, racional y consciente por parte de un determinado grupo social, con el objeto de expresar iniciativas, necesidades o demandas, de defender intereses y valores comunes, de alcanzar objetivos económicos, sociales o políticos y de influir, directa o indirectamente, en la toma de decisiones para mejorar la calidad de vida de la comunidad. La

población residente en cada zona es la que conoce mejor que nadie los problemas de su zona, y puede respaldar u oponerse a los planes del estado para su mejoramiento. Cuando sus habitantes se agrupan y actúan colectivamente se les llama “actores” porque tienden a representar un rol en la escena barrial. Hay otros tipos de actores, igualmente importantes, que defienden los intereses sectoriales como la asociación de comerciantes, las cooperativas, la unión de industriales del barrio, etc.; estos actores pueden ser del barrio o incluir a vecinos de otros barrios, y tener un poder mayor para imponer determinadas decisiones que los benefician. Pero cuando los vecinos tienen un espacio para discutir prioridades y acordar estrategias de acción, los intereses externos tienden a reducirse y el diálogo permite llegar a acuerdos sobre las prioridades compartidas por la mayoría de los vecinos (Conavi y Sedatu, 2017; Murillo y Schweitzer, 2011).<sup>7</sup>

Por último, los indicadores anteriormente planteados deberán evaluarse a través de un instrumento aplicable, ya sea a modo de entrevista o grupos focales, mismo que permita extraer la información desglosada. Ya que participar en un estudio cualitativo sigue principios que no buscan la medición, sino la comprensión de los fenómenos y los procesos sociales en toda su complejidad. Muchas de las preguntas que se plantean giran en torno al significado que éstos tienen para los sujetos que los protagonizan. Por eso es de primordial importancia el lugar que los participantes ocupan dentro del contexto social, cultural e histórico del que forman parte y a su vez su comparativa con los datos objetivos del estudio descriptivo (Martínez, 2012).

Analizar el lugar de estudio e informantes es acercarse al fenómeno haciendo necesario un proceso de reflexión constante en torno a la for-

7. Todos los ámbitos de la gestión local requieren formas de participación, a veces genéricas, muchas veces específicas: consejos, comités *ad hoc*, consulta popular, etc. La participación puede ser información, debate, negociación. También puede derivar en fórmulas de cooperación, de ejecución o gestión por medio de la sociedad civil (asociaciones o colectivos, empresarios “ciudadanos”, organismos sindicales o profesionales, etcétera) (Borja y Muxi, 2003).

ma como se ve, aproxima y analiza el objeto. Los informantes son los sujetos, las personas que formaran parte de la investigación. En ocasiones no importa el número, lo que realmente importa es lo que los informantes tienen para decir. Lo que permite establecer el rigor metodológico es la descripción de cómo se llegó a estos informantes. En esta etapa de la investigación se definen los tipos de informantes, es decir uno clave, otro general. El primero serán los residentes, puesto que son las personas que hablarán del fenómeno en relación con todo en su respectiva vivencia propia. El segundo, no vive el fenómeno, sólo lo ve de manera parcial; éstos serán personas que utilicen o trabajen en estas colonias, quienes podrán brindar información complementaria (Mendieta, 2015).

El método de aplicación recomendado es el muestreo por cadena de referencia o bola de nieve. El proceso inicia con un primer participante clave que puede llevar a otros; a todos los participantes se les formula el mismo instrumento, ya sea la entrevista o grupo focal. Después se utiliza la cadena de referencia a partir de uno o dos sujetos nada más. Esta etapa de aplicación consiste en pedir a los informantes que recomienden a

posibles participantes. Es relevante que entre los informantes puedan incorporarse agentes clave, entre ellos pueden ser jefes o representantes de vecinos, personas de inferencia o activas en la comunidad, como sacerdotes o mujeres líderes de algún grupo dentro del sector, incluso personas con más tiempo de vida en la zona.

En la selección de informantes se pueden realizar categorías, perfiles o grupos focales. Además, es práctico y eficiente, gracias a la presentación que hace el sujeto ya incluido en el proyecto, resulta más fácil establecer una relación de confianza con los nuevos participantes (*rapport*), también permite acceder a personas difíciles de identificar. El número de entrevistas a aplicar será definido por el investigador una vez que las respuestas comiencen a repetirse, es decir, cuando se considere que se ha alcanzado el punto de saturación debido a la homogeneidad en las respuestas.

En la tabla 4 se sintetizan los indicadores e instrumentos para la recuperación de datos propuestos e implementados para las categorías de calidad de vida y bienestar social, implementados por las autoras de la propuesta descrita en el presente trabajo.

**TABLA 4**

Categorías de análisis, indicadores e instrumentos propuestos para evaluar calidad de vida y bienestar social en relación con el diseño urbano

Categoría	Indicador	Instrumento para la recuperación de datos
Calidad de vida	Densificación habitacional	Planos de conjunto y registro de observación en sitio
	Diversidad y uso de suelo	Planos de conjunto, plano uso de suelo y registro de observación en sitio
	Cumplimiento de infraestructura	Planos de conjunto, planos Instituto Municipal de Planeación, registro de observación en sitio
	Identificación y proximidad de equipamientos	Planos de conjunto, imágenes satelitales y registro de observación en sitio
	Conectividad y movilidad transporte de centro urbano de 0.5 a 1.5 km de radio de acción (10-15 min)	Planos de conjunto y registro de observación en sitio

Categoría	Indicador	Instrumento para la recuperación de datos
Calidad de vida	Orientación de las viviendas	Planos de conjunto e imágenes satelitales
	Solución estructural, materiales empleados y estado de la vivienda	Registro fotográfico y guión de entrevista semiestructurada*
	Accesibilidad, garantizar el acceso y cercanía de espacio público equipado (menos de 800 m, mínimo 7 m <sup>2</sup> /hab.)	Planos de conjunto e imágenes satelitales
	Densidad de áreas verdes. Área verde (hectárea) por población de 100,000 habitantes	Planos de conjunto
Bienestar social	Seguridad percibida	Guión de entrevista semiestructurada*
	Nivel de sentimiento de comunidad	
	Relación entre los residentes	
	Participación ciudadana	
	Percepción de áreas verdes	
	Percepción de calidad urbana	
	Percepción de calidad de la vivienda	
	Percepción de espacios abiertos	

\* En la implementación de los instrumentos para la recolección de datos se consideró la aplicación de entrevista semiestructurada como único instrumento para la recogida de datos para los indicadores de bienestar social y para la solución estructural, materiales y estado de la vivienda, dado que bajo la situación de contingencia sanitaria en la cual se trabajó durante 2020 y 2021, no resultó viable convocar a grupos focales.

Fuente: elaboración propia.

## RESULTADOS Y LIMITACIONES

Los métodos e instrumentos descritos en este trabajo se implementaron en tres estudios de caso en la ciudad de Hermosillo, Sonora, en el noroeste de México.<sup>8</sup> La aplicación de instrumentos piloto, la validación y ajuste de los mismos se realizó durante los meses de enero y febrero de 2020. El

desarrollo de la descripción y análisis objetivo se instrumentó durante febrero de 2020. La aplicación de entrevistas semiestructuradas tuvo lugar durante los meses de agosto a noviembre del mismo año. El contraste de datos se llevó a cabo durante los meses de enero y febrero de 2021.

Dado que la intención fue diseñar y probar una metodología funcional para distintos formatos urbanos, se eligieron tres casos distintos de la ciudad. Cada uno de ellos con características diferenciables en cuanto a morfología, cantidad y cualidades de los equipamientos, años de fundación, evolución urbana, usos de suelo, entre otras. Los casos seleccionados fueron la Colonia Modelo, la Colonia Bugambilias y Monterosa Residencia.

8. La ciudad de Hermosillo cuenta con una población de 855,563 habitantes (Censo INEGI 2020). El 54% del suelo se encuentra ocupado por vivienda, ubicada prácticamente en toda la extensión de la ciudad en distintas tipologías o formatos habitacionales, siendo poco común la vivienda vertical. En la distribución de estas tipologías se aprecia una marcada segregación según las características socioeconómicas de los residentes. La vivienda media y residencial se ubica en el centro geográfico; sin embargo, en el último lustro del siglo XX y principios del XXI se detonó una dinámica de crecimiento expansivo hacia las periferias bajo el modelo de fraccionamientos cerrados y desconectados de la trama urbana existente.

La Colonia Modelo es un barrio tradicional, fraccionamiento abierto, con diseño combinado de *cul de sac*, calles sinuosas y retícula, ubicado en la zona centro de la ciudad, con 65 años de fundación. El 24% de sus residentes son adultos mayores de 65 años y el 38% se ubica en la franja etaria entre los 30 y 59 años.

El segundo caso, Colonia Bugambilias, es un barrio tradicional, fraccionamiento abierto, con patrón de retícula, ubicado en la zona norte de la mancha urbana y fundado hace 41 años. Su población mayor a 65 años es del 14,5%, y el grupo con predominancia es el que se ubica en el rango de 30 a 59 años de edad, representando el 39% del total de los residentes.

Por último, Monterosa Residencial es un desarrollo habitacional con siete años de construcción y ubicado en el extremo noreste de la ciudad. Su acceso es controlado (fraccionamiento cerrado), el diseño urbano se ajusta a la topografía del lugar, favoreciendo las vistas del paisaje natural y construido. El patrón es reticular y el uso de suelo es exclusivamente residencial. No se cuenta con datos sociodemográficos de censo poblacional a la fecha.

Respecto a los hallazgos relacionados con la implementación de método propuesto en este artículo (véase tabla 4), se puede destacar que, si bien el tiempo de recogida de datos para el análisis objetivo de la calidad vida urbana resultó similar para los tres formatos de barrio y/o fraccionamiento, variando de manera relacional con las dimensiones y la variedad de usos de suelo, la recolección de datos cualitativos y el alcance del punto de saturación de la información sí dependió de una variedad de factores. Por una parte, se relaciona con la diversidad de usos de suelo y con las dinámicas de transformaciones relativamente recientes o que se estén sucediendo al momento de la aplicación de las entrevistas. Es decir, en una zona sometida a cambios recientes en usos de suelo (por ejemplo, incremento de zonas comerciales o de equipamientos de gran escala como hospitales) fue necesario incrementar el número de entrevistas aplicadas, pues se encontró mayor pluralidad de expresiones. En

este sentido, destaca la riqueza y variedad de respuestas que instrumentos como las entrevistas permiten recoger sobre las valoraciones, percepciones y expectativas sobre el propio bienestar en relación con el diseño urbano.

No puede dejar de mencionarse que el tiempo de recogida de datos a través de entrevistas pudiera llegar a ser una limitante, siendo la opción de grupos focales una alternativa. Resulta altamente recomendable que los grupos estén integrados de manera pertinente a cada caso, destinando al menos uno para residentes memoriosos, otro para actores relacionados con el comercio de la zona, otro para integrantes de asociaciones vecinales, etc. La conformación de los grupos requiere, evidentemente, de conocimiento previo para identificar y convocar a informantes clave.

Finalmente, se podría considerar la opción de trasladar la selección de indicadores propuesta en este trabajo a un formato de encuesta para su aplicación de manera masiva, reduciendo, probablemente, el tiempo de procesamiento de datos. Sin embargo, conviene destacar que se antoja que la interacción con los residentes y el desarrollo de *rapport* a lo largo del proceso de aplicación de los instrumentos cualitativos favorezca posibles dinámicas de diseño participativo para propuestas de mejora o de intervenciones urbanas futuras.

Los resultados obtenidos de la aplicación del método propuesto recuperan elementos objetivos para la evaluación de la calidad de vida urbana, así como respuestas subjetivas que revelan la percepción y valoraciones propias de los usuarios y residentes, aproximándonos a comprender una realidad única para cada sector o zona, y facilitando la generación de respectivas aportaciones.

Resulta de suma importancia la comparación de los datos obtenidos en la tercera fase —incluyendo la subfase descriptiva—, pues es el contraste con el análisis de entrevistas y/o grupos focales (subfase subjetiva) lo que permite una evaluación integral del impacto que el diseño urbano tiene sobre la calidad de vida y el bienestar social reportado por las personas. Es decir, este cotejo o comparación nos permite identificar de

qué manera aspectos como la traza urbana, las características de los equipamientos, los usos de suelo, los aforos vehiculares, entre otros, impactan sobre el sentido de comunidad, la participación en la toma de decisiones, la seguridad percibida y las relaciones sociales.

En la disciplina del diseño urbano este tipo de método sumaría un valor complementario al proceso de toma de decisiones relacionadas con propuestas de intervenciones urbanas en zonas existentes, e incluso para la proyección de futuros desarrollos. Cabe destacar que el método propuesto plantea ser una herramienta replicable, como una de sus principales aportaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R. (1992). Is happiness a home in the suburbs? The influence of urban versus suburban neighborhoods on psychological health. *J. Commun. Psychol*, 20(4): 353-372. Disponible en: [https://doi.org/10.1002/1520-6629\(199210\)20:4<353::aid-jcop2290200409>3.0.co;2-z](https://doi.org/10.1002/1520-6629(199210)20:4<353::aid-jcop2290200409>3.0.co;2-z)
- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (2018). *Carta para la planificación ecosistémica de las ciudades y metrópolis. Carta para el diseño de nuevos desarrollos urbanos y regeneración de los existentes*. Recuperado de <http://www.cartaurbanismoecosistemico.com/acerca.html>
- Amérigo, M., y Aragonés, J. I. (1997). A theoretical and methodological approach to the study of residential satisfaction. *J. Environ. Psychol*, 17(1): 47-57. Disponible en: <https://doi.org/10.1006/jevp.1996.0038>
- Apparicio, P., Seguin, A., y Naud, D. (2008). The Quality of the Urban Environment around Public Housing Buildings in Montreal: An Objective Approach Based on GIS and Multivariate Statistical Analysis. *Springer Science+Business Media B. V.*, pp. 355-380. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11205-007-9185-4>
- Barbosa, O. (1982). Problemas metodológicos y teóricos del concepto de calidad de vida. *EURE*, pp. 50-60.
- Bazant J. (2006). *Fraccionamientos, diseño y evaluación financiera*. Ciudad de México, México: Limusa.
- Blakely, E., y Synder, M. (1997). *Fortress America: Gated communities in the United States*. Washington: Brookings Institution Press/Lincoln Institute of Land Policy.
- Bonaiuto, M., y Fornara, F. (2017). Residential Satisfaction and Perceived Urban Quality. *Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, pp. 1-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.05698-4>
- Borja y Muxi. (2003). *El espacio público: Ciudad y ciudadanía*. Barcelona: Electra.
- Briseño, M. (2012). La percepción visual de los objetos del espacio urbano, análisis del sector El Llano del área central de la ciudad de Mérida. *Fermentum*, núm. 33, pp. 84-101. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/705/70511244006.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2016). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de noviembre. Recuperado de: [http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/lgahotdu\\_281116.pdf](http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/lgahotdu_281116.pdf)
- Campbell, A. (1982). *The sense of well-being in America*, 61(263). Nueva York: McGraw-Hill. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/sf/61.1.332>
- Carmona, M., Heath, T., y Tiesdel, S. (2012). *Public places, urban spaces*. Londres: Routledge.
- Carrasco, B. (2010). Propuesta para la evaluación de comunidades cercanas en relación con el diseño sostenible. En Méndez, E., Rodríguez, I., y Enríquez, J. (Coord.), *Arquitecturas alegóricas y urbanismos defensivos* (p. 453). Hermosillo, Sonora: El Colegio de Sonora/Universidad de Sonora.
- Carrión, F. (2001). *La ciudad construida, urbanismo en América Latina*. Quito, Ecuador: Rispergraf.
- Chapman, D., y Lombard, J. (2006). Determinants of neighborhood satisfaction in fee-based gated and non-gated communities. *Urban Aff.*, 41(6): 769-799. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1078087406287164>
- Ciocoletto, A. (2014). *Urbanismo para la vida cotidiana. Herramientas de análisis y evaluación urbana a escala de barrio desde la perspectiva de género*. Tesis doctoral. Barcelona, España: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Disponible en: <https://tdx.cat/handle/10803/275979#page=1>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2001a). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: Estado del arte y perspectivas*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5570-indicadores-sostenibilidad-ambiental-desarrollo-sostenible-estado-arte>
- . (2001b). *El espacio regional hacia la consolidación de los asentamientos humanos en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL-Hábitat. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2278-espacio-regional-la-consolidacion-asentamientos-humanos-america-latina-caribe>
- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. (1987). *Nuestro futuro común*. Disponible en: <http://www.sustainwellbeing.net/Espanol/wced.shtml>. Consultado el 8/7/12.
- Comisión Nacional de Vivienda. (2008). *Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables*. México. Recuperado de [conavi.gob.mx](http://conavi.gob.mx)
- Comisión Nacional de Vivienda, y Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2017). *Código de edificación de vivienda* (3ª edición). Consultado en octubre de 2019. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/383811/c\\_digo\\_de\\_eficaci\\_n\\_vivienda\\_2017\\_\\_sedatu.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/383811/c_digo_de_eficaci_n_vivienda_2017__sedatu.pdf)
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano. (2015). *Sistema de indicadores y estándares de calidad de vida y desarrollo urbano*. Chile: CNDU/Gobierno de Chile. Recuperado de: <https://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/1.-propuesta-sistema-de-indicadores-y-est%C3%81ndares-de-desarrollo-urbano-1.pdf>
- Denzin, N. (2000). Un punto de vista interpretativo. En Denman, C. (Coord.), *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social* (pp. 147-205). Hermosillo, Sonora: El Colegio de Sonora.
- Discolí, C., San Juan, G., Martini, I., Ferreyro, C., Dicroce, L., Barbero, D., y Esparza, J. (2010). Metodología para la evaluación de la calidad de vida urbana. *Bitácora Urbano Territorial*, vol. 17, pp. 95-12. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74816991006>
- Duany, A., Plater-Zyberk, E., y Speck J. (2001). *Suburban nation, the rise of sprawl suburban and the decline of nation the American Dream*. Nueva York: North Point Press/A division of Farrar, Straus and Giroux.
- Edwards. (2004). *Guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Enríquez J. (2007). Ciudades de muros. Los fraccionamientos cerrados en la frontera noroeste de México. *Scripta Nova*, XI(230). Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-230.htm>
- Galindo, M., y Corraliza, J. (2000). Environmental aesthetics and psychological wellbeing: Relationships between preference judgments for urban landscapes and other relevant affective responses. *Psychology in Spain*, vol. 4, pp. 13-27. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Environmental-aesthetics-and-psychological-between-Galindo-Corraliza/c48248b56eeb07a0755145baf71db002a114ba07>
- Gardner, J. W. (1991). *Building community*. Washington, DC: Independent Sector.
- Gómez, F. (2009). Aproximación al sistema de indicadores de calidad de vida urbana. *Lurralde: Investigación y Espacio*, vol. 32, pp. 281-299. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3179490>
- Gómez, M., y Sabe, E. (2000). *Calidad de vida. Evolución del concepto y su influencia en la investigación y la práctica*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.
- Hamburger, A. (2013). Desarrollo humano y calidad de vida en Latinoamérica: Espacio público y ciudadanía en perspectiva ética. *Latino América Bioética*, vol. 13, pp. 32-47. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1270/127030498004.pdf>
- Handy, S., Sallis, J. F., Weber, D., Maibach, E., y Hollander, M. (2008). Is support for traditionally designed communities growing? *J. Am. Plan. Assoc.*, 74(2): 209-221. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01944360802010418>
- Hernández, G., y Velásquez, S. (2014). Vivienda y calidad de vida. Medición del hábitat social en el México occidental. *Bitácora Urbano Territorial*, 24(1): 1-36. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/31463>
- Hur, M., y Morrow-Jones, H. (2008). Factors that influence residents' satisfaction with neighborhoods. *Environment and Behavior*, vol.

- 40, pp. 619-635. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0013916507307483>
- Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables. (2018). *Propuesta de colaboración entre LNVCS sede UACJ y municipio de Bahía de Banderas para su certificación en la Norma Internacional ISO 37120: "Desarrollo Sustentable de Comunidades: Indicadores para Servicios Urbanos y Calidad de Vida"*. México: Sede Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Li, G., y Weng, Q. (2007). Measuring the quality of life in city of Indianapolis by integration of remote sensing and Census data. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 28, pp. 249-267. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01431160600735624>
- Lovejoy, K., Handy, S., y Mokhtarian, P. (2010). Neighborhood satisfaction in suburban versus traditional environments: An evaluation of contributing characteristics in eight California neighborhoods. *Science Direct, Landscape and Urban Planning*, vol. 97, pp. 37-48. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.04.010>
- Lynch, K. (1959). *La imagen de la ciudad*. Buenos Aires: Infinito.
- Marans, R. (2012). Quality of urban life studies: An overview and implications for environment-behavior research. *Social and Behavioral Sciences*, vol. 35, pp. 9-22. Elsevier. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.058>
- Marans, R., y Stimson, R. (2011). *Investigating Quality of urban life: Theory, method, and empirical research*. Springer Publishing.
- Marengo, C., y Elorza, A. (2010). Calidad de vida y políticas de hábitat. Programa de Mejoramiento Barrial en Córdoba, Argentina. Caso de estudio: Barrio Malvinas Argentinas. *Bitácora Urbano Territorial*, vol. 17, pp. 79-94. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74816991005>
- Martínez, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3): 613-619. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000300006>
- Mendieta, G. (2015). Informantes y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andinas*, 17(30): 1148-1150. Colombia: Fundación Universitaria del Área Andina Pereira. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=239035878001>
- Munizaga, G. (2016). *Diseño urbano, teoría y método*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Murillo, F., y Schweitzer, M. (2011). *Planear el barrio: Urbanismo participativo para construir el derecho a la ciudad*. Buenos Aires: Cuentahílos.
- Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, e Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social. (2014). *Aplicación de indicadores de sostenibilidad urbana a la vivienda social*. Recuperado de [https://www.cepal.org/es/publicaciones/36654-aplicacion-indicadores-sostenibilidad-urbana-la-vivienda-social?fbclid=iwar1\\_gpboziqziszubukfaaac87nf3x4nybcjy5rfujixapfw1osyvvjvsn](https://www.cepal.org/es/publicaciones/36654-aplicacion-indicadores-sostenibilidad-urbana-la-vivienda-social?fbclid=iwar1_gpboziqziszubukfaaac87nf3x4nybcjy5rfujixapfw1osyvvjvsn)
- Obeso-Muñiz, Í. (2019). Definir la urbanización periférica. Conceptos y terminología. *Ería: Revista Cuatrimestral de Geografía*, 39(2): 183-206. Disponible en: <file:///C:/Users/Ivonne/Downloads/Dialnet-DefinirLaUrbanizacionPeriferica-7084278.pdf>
- ONU-Hábitat. (2016). *Índice básico de las ciudades prósperas. Informe final*. México. Recuperado en: <https://infonavit.janium.net/janium/Documentos/58793.pdf>
- ONU-Hábitat, Infonavit, y Sedatu. (2018). *Vivienda y ODS en México. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-Hábitat, México*. Recuperado de: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-vivienda-en-el-centro-de-los-ods-en-mexico>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2016). *La Nueva Agenda Urbana, Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) celebrada en Quito, Ecuador*. Recuperado de <http://habitat3.org/wp-content/uploads/nua-spanish.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas-Hábitat, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, y Comisión Nacional de Vivienda. (2018). *Implementando la Nueva Agenda Urbana. Lineamientos y recomendaciones sobre la gestión de servicios en conjuntos de vivienda social sostenible alineados a la Agenda 2030. Insumos para la NAMA Urbana*. Ciudad de México: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat). Recuperado de: <https://www.conavi.gob.mx/images/doc>

- umentos/sustentabilidad/Insumos\_nama\_urbana(win)digital(baja).pdf
- Palomares, R. (2008). Las nuevas fronteras en los entornos urbanos construidos: Estudio comparativo en fraccionamientos cerrados y abiertos, en Nogales, Sonora. En Valdez, G. (Coord.), *Achicando futuros, actores y lugares de la migración* (pp. 403-420). Hermosillo, México: El Colegio de Sonora. Disponible en: [http://alamo.colson.edu.mx:8085/sitios/cess/091020\\_frutostabajo/frutos\\_archivos/2008\\_CastroL\\_Migraci%C3%B3n%20reciente.pdf](http://alamo.colson.edu.mx:8085/sitios/cess/091020_frutostabajo/frutos_archivos/2008_CastroL_Migraci%C3%B3n%20reciente.pdf)
- Plazola, A. (2001). *Enciclopedia de arquitectura, Plazola*, volumen 10. Plazola Editores.
- Rogers y Gumuchdjan. (2000). *Ciudades para un pequeño planeta*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Rosas, Mireya A. (2019). *Confort en el litoral costero. Circulaciones peatonales en Barcelona*. México: Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Rueda, S. (1996). *Habitabilidad y calidad de vida*. Madrid, España: Textos sobre Sostenibilidad.
- Sánchez, A., y Noda, E. (2016). El individuo social frente a la modernidad: Habitus como forma de acción. *Revista Estudiantil Latinoamericana de Ciencias Sociales, RELACSO*, núm. 8. Disponible en: [https://relacso.flacso.edu.mx/sites/default/files/docs/2016-01/el\\_individuo\\_social\\_frente\\_a\\_la\\_modernidad.pdf](https://relacso.flacso.edu.mx/sites/default/files/docs/2016-01/el_individuo_social_frente_a_la_modernidad.pdf)
- Senlier, N., y Yildiz, R. (2009). A Perception Survey for the Evaluation of Urban Quality of Life in Kocaeli and a Comparison of the Life Satisfaction with the European Cities. *Springer Science+Business Media B. V.*, vol. 200, pp. 213-226. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11205-008-9361-1>
- Urzúa, A., y Caqueo, A. (2012). Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. *Terapia Psicológica, Sociedad Chilena de Psicología Clínica*, vol. 30, pp. 61-71. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48082012000100006>
- Yanes, G. (2019). *Estilo de vida y arquitectura de consumo. Fraccionamientos cerrados en la ciudad de Hermosillo*. México: Pearson.



## RESEÑA

# ¿Se puede hacer una ciudad inteligente?

**IRENE MARINCIC LOVRIHA**

Orcid: 0000-0002-8609-2748 / irene.marincic@unison.mx

Universidad de Sonora, México

Molar Orozco, María Eugenia, Velázquez Lozano Jesús, y Vázquez Jiménez, María Genoveva (coords.). (2020). *¿Se puede hacer una ciudad inteligente?* México: Universidad Autónoma de Coahuila, 253 pp. ISBN: 978-607-506-385-0.

Para comentar el contenido de este libro sería necesario comenzar por describir el concepto mencionado en su título: ciudad inteligente. En realidad se manejan comúnmente varios conceptos paralelos o asociados: ciudades verdes o ecológicas, ciudades sustentables y ciudades inteligentes.

Las ciudades sustentables tienen en cuenta cuatro dimensiones o aspectos: el ambiental, el social, el económico y el institucional, y tienden justamente a mejorar estos cuatro grandes aspectos durante su proceso evolutivo hacia la sustentabilidad. Las ciudades verdes o ecológicas normalmente abordan prioritariamente la sustentabilidad ambiental, la eficiencia energética y el uso adecuado de materiales de bajo impacto para el ambiente. Y hay autores que nombran indistintamente estos conceptos como sinónimos o equivalentes. Es decir, la nomenclatura no está muy clara aún; se podría decir que es difusa y muchas veces depende del autor.

Al mencionar el término ciudad inteligente (también llamada *smart city*), nos podríamos imaginar una comunidad muy tecnificada, com-

pletamente interconectada mediante redes informáticas y sensores de monitoreo, donde las tecnologías de la información y la comunicación son vitales para gestionar la vida urbana en aspectos tales como movilidad, infraestructura, educación, cultura, seguridad, economía, ambiente, además de la administración pública y el gobierno. Pero el concepto comprende mucho más que la comunicación y la automatización. Las ciudades inteligentes son además ciudades sustentables, que efficientan energía y recursos, se preocupan por impactar lo menos posible el ambiente, administran eficientemente su economía, y se ocupan permanentemente de aspectos de la sociedad, la cultura y el correcto funcionamiento de sus instituciones.

Las ciudades, donde vive la mayor parte de la población del planeta en la actualidad, necesariamente deben enfrentar estrategias de mitigación de la problemática ambiental (que involucra el cambio climático), buscando soluciones más inteligentes, innovadoras y equitativas para una mejor calidad de vida de sus habitantes.

El cambio climático, que debería ser nuestra absoluta prioridad en este momento, es un problema ambiental que repercute en ámbitos ambientales y ecológicos, energéticos, sociales, políticos, aspectos migratorios, de miseria, y de economía global.



El libro *¿Se puede hacer una ciudad inteligente?* se trata justamente de soluciones a estos problemas, que van desde soluciones muy sencillas, cuya aplicación representa relativamente poca complejidad y costos bajos, como las ecotecnologías aplicadas a la arquitectura y el uso de estrategias sustentables para la habitabilidad de espacios exteriores, hasta soluciones mucho más sofisticadas y de mucha planeación, como la gestión de una ciudad interconectada. En los ejemplos presentados se ve cómo se puede incrementar la escala de complejidad en las soluciones, dependiendo de la situación y de los recursos disponibles.

Existe un sinnúmero de publicaciones que presentan diagnósticos sobre nuestra situación ambiental y pronósticos sobre el futuro, efectos del cambio climático, problemática social y económica, que son de público conocimiento y sirven de base para el desarrollo de muchas de las ideas plasmadas en este libro. El que se comenta, es fundamentalmente un libro de soluciones.

En su contenido se abordan en general aspectos de investigación aplicada, y está enfocado en temas muy concretos, muy actuales y que buscan soluciones a problemas inminentes. El libro es sumamente actual, ubicado en tiempo y también en el contexto. Describe mayoritariamente situaciones en México pero también describe temas globales.

El texto consta de 17 capítulos con temas sumamente variados, agrupados en dos partes. Los títulos de estas dos partes nos dan una pista inspiradora sobre su temática.

En la primera parte, “Misión rescate o the Martian”, se presentan soluciones arquitectónicas basadas en componentes constructivos y dispositivos tecnológicos con funciones específicas, como por ejemplo un dispositivo para conservar alimentos —que abona a la sustentabilidad alimentaria de la población—, un sistema automatizado de iluminación, paneles ecológicos, elementos para integrar en cubiertas, para sombreado, muros verdes y sistemas de drenaje. En Latinoamérica la tecnología puede aplicarse y usarse de diferentes maneras, y hay distintas escalas de aplicación de los avances tecnológicos. Todas ayudan a los fines

propuestos de tender a la sustentabilidad y hacia ciudades más inteligentes.

En la segunda parte, “Un día lluvioso en Nueva York”, se abordan aspectos ambientales y sociales relacionados con la ciudad. Se presentan temas como el confort en espacios públicos urbanos y el clima en las ciudades, así como la movilidad urbana mediante la bicicleta, accesibilidad, gestión de residuos y la planeación urbana sustentable. Todos son temas por demás actuales y prioritarios para las ciudades del mundo. Además, encontramos una propuesta de fachada ventilada, una reflexión sobre la arquitectura y la personalidad y una descripción sobre el proceso de planeación y evolución de ciudades italianas hacia ciudades inteligentes, lo que puede servir de ejemplo o enseñanza del proceso que nos queda por transitar, si bien cada ciudad es distinta y única.

También es necesario comentar que las soluciones que se presentan responden a problemas que se generan en ciudades con diferentes culturas y climas variados. Además, como se mencionó, el nivel de complejidad tecnológica de las propuestas abarca una amplia gama de recursos requeridos y también de creatividad.

El contenido de los capítulos refleja, sin duda, soluciones inteligentes a problemas preocupantes. Respondiendo a la pregunta que plantea el título de este libro: sí, a lo largo del texto se demuestra que se pueden crear ciudades inteligentes; con conocimiento, tecnología y creatividad, que permitirán resolver satisfactoriamente los impactos que las mismas ciudades causan sobre el ambiente y sobre sus habitantes. En este libro se agrupan propuestas y aplicaciones mejorables y modificables, según evolucione nuestra situación como planeta y como sociedad que habita mayormente zonas urbanas.

## SÍNTESIS CURRICULAR DE LA AUTORA

IRENE MARINCIC LOVRIHA

Profesora-investigadora en el Departamento de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Sonora, México.

Doctora en Ingeniería por la Universidad Politécnica de Cataluña.

Área de investigación: eficiencia energética, confort térmico, iluminación natural.

irene.marincic@unison.mx



## Acerca de los autores

### **LILIANA KARINA ALBA GÓMEZ**

Arquitecta por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Área de investigación: arquitectura bioclimática, análisis costo-beneficio, arquitectura del desierto. [ali86994@alumnos.uacj.mx](mailto:ali86994@alumnos.uacj.mx)

### **ELIA MERCEDES ALONSO GUZMÁN**

Doctorado en Ingeniería Civil por la UNAM (2002). Profesora-investigadora titular adscrita a la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH. Ha asesorado tesis de licenciatura, especialidad, maestría y doctorado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SIN) nivel I. Ha sido responsable de proyectos científicos nacionales e internacionales con temática relacionada con el diseño, síntesis y caracterización en la innovación y restauración en materiales para la construcción, así como con la caracterización y modelado digital de materiales. Ha publicado numerosos artículos científicos indexados, así como capítulos de libros. [aliamedesalonso@gmail.com](mailto:aliamedesalonso@gmail.com)

### **IVONNE ELISA ÁLVAREZ VALENZUELA**

Estudiante de Doctorado en Humanidades en la Universidad de Sonora. Maestría en Ingeniería Civil con opción en Ingeniería de la Construcción. Áreas de investigación: vivienda, diseño urbano, sostenibilidad, calidad de vida, bienestar social. [Ivonne.alvarez@unison.mx](mailto:Ivonne.alvarez@unison.mx)

### **LUIS ALBERTO CANO TIQUET**

Egresado de la Licenciatura en Arquitectura, división académica de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Área de investigación: vivienda. [arq\\_canotiquet@hotmail.com](mailto:arq_canotiquet@hotmail.com)

### **NELSON IVÁN ERAZO SOLARTE**

Arquitecto egresado de la Universidad del Valle-Cali, Colombia, 2007. Maestría en Arquitectura de la Vivienda por la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá en 2010. Maestría en Arquitectura por la UNAM, Ciudad de México, en 2016. Doctorando en Urbanismo en la UNAM en la actualidad. Experiencia profesional en temas de urbanismo y patrimonio, diseño arquitectónico de edificaciones de múltiples usos; mayor experiencia en diseño y coordinación arquitectónica en proyectos de vivienda; experiencia como docente universitario en asignaturas de teoría, expresión gráfica y diseño arquitectónico de vivienda. Correo electrónico: [ivantenio@hotmail.com](mailto:ivantenio@hotmail.com)

### **CARLOS JAVIER ESPARZA LÓPEZ**

Licenciado en Arquitectura por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en 2009. Maestría en Arquitectura con mención honorífica por la Universidad de Colima en 2011. Doctorado en Arquitectura con mención honorífica por el Programa Interinstitucional de Doctorado



en Arquitectura (PIDA) conformado por la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad de Colima, Universidad de Guanajuato y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en 2015. Profesor-investigador de tiempo completo titular “A” para programas de licenciatura, maestría y doctorado en arquitectura de la Universidad de Colima. Profesor de la Maestría en Arquitectura Bioclimática que se imparte en la Escuela de Arquitectura y Diseño de América Latina y el Caribe, ISTHMUS, con sede en Panamá. Profesor de posgrado en Arquitectura para la Universidad Vizcaya de las Américas y de la Universidad Iberoamericana campus León.

Forma parte de los comités científicos de eventos internacionales como el Passive and Low Energy Architecture Congress y Facade technologies desde 2016 a la fecha. Dictaminador de revistas arbitradas como *Energy and Buildings* y *Journal of Building Engineering* de la editorial Elsevier. Participación como autor y co-autor en diversas ponencias nacionales e internacionales. Participación como autor y co-autor en diversas publicaciones para revistas nacionales e internacionales, así como en capítulos de libros. Participación en diversas redes de investigación nacionales e internacionales. Reconocimiento del Sistema Nacional de Investigadores (SIN) nivel 1 para el periodo 2017-2022. Miembro asociado del Passive and Low Energy Architecture Association y del International Building Simulation Performance Association desde 2018. Miembro del comité del PLEA Chapter Latin America and the Caribbean 2020-2024. [esparza@uclm.mx](mailto:esparza@uclm.mx)

### **RIGOBERTO GARCÍA OCHOA**

Doctorado en Estudios Urbanos y Ambientales por El Colegio de México. Investigador en el Departamento de Estudios Urbanos y del Medio Ambiente de El Colegio de la Frontera Norte, sede Nogales. Fue galardonado con el Premio Gustavo Cabrera Acevedo como mejor trabajo de investigación en Estudios Urbanos y Ambientales en 2011 con el trabajo titulado *Satisfacción de las necesidades energéticas básicas. Una propuesta conceptual y metodológica para integrar*

*la pobreza energética en la dimensión social del desarrollo sustentable*. Temas de investigación: medio ambiente y recursos hídricos. Es autor de varios libros y artículos publicados en revistas especializadas y de divulgación científica. [rigo@colef.mx](mailto:rigo@colef.mx)

### **LUIS CARLOS HERRERA SOSA**

Arquitecto por la Escuela de Arquitectura de Chihuahua (1989). Maestría en Arquitectura Bioclimática por la Escuela de América Latina y el Caribe “ISTHMUS” y por la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Colima, México (2004), graduado con mención honorífica. Doctorado en Arquitectura por la Universidad de Colima, en el Programa Interinstitucional en Arquitectura (PIDA) (2009). Ganador del Premio Peña Colorada que otorga el Gobierno de Colima por su desempeño académico (2008). Mención especial en el Premio Chihuahua en el área de Tecnología (2008). Tercer lugar del Premio Iberoamericano de Tesis de Investigación sobre Vivienda Sustentable Informativa-Redalyc (2010). Profesor invitado en Colombia, Panamá, Argentina y México. Conferencista de artículos de investigación científica en Bélgica, Suiza, Panamá, Argentina y México. Publicación de 15 artículos para revistas científicas arbitradas, ocho capítulos de libros y autor de dos libros. Profesor-investigador en el Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I periodo 2015-2022. Profesor con perfil deseable Promep 2017-2020. Profesionalmente ha elaborado proyectos de diseño arquitectónico, urbano y asesoría bioclimática. Director general de ISTHMUS, Escuela de Arquitectura y Diseño de América Latina y el Caribe. [carlos.herrera@uacj.mx](mailto:carlos.herrera@uacj.mx)

### **AÍDA LÓPEZ CERVANTES**

Doctorado en Arquitectura. División académica de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Área de investigación: tecnología ambiental y urbanismo bioclimático. [arqalo@hotmail.com](mailto:arqalo@hotmail.com)

**MARÍA DEL CARMEN LÓPEZ NÚÑEZ**

Doctorado en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México (2009). Profesora-investigadora adscrita a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ha publicado numerosos artículos científicos indexados así como capítulos de libros. Ha dirigido y asesorado tesis de licenciatura y maestría. [maclopezn@gmail.com](mailto:maclopezn@gmail.com)

**MARÍA XIMENA MANRIQUE NIÑO**

Arquitecta egresada de la Universidad Piloto de Colombia, graduada con tesis meritoria por la inserción de arquitecturas contemporáneas en contextos patrimoniales, y maestra en Gestión Urbana en el año 2007, grado honorífico por su trabajo en instrumentos de gestión urbana en la política cultural en el caso de patrimonio construido. Doctorado en Geografía, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Maestría en Gestión Urbana. Profesora-investigadora tutora del Semillero de Investigación en Arquitectura del Paisaje, Facultad de Arquitectura y Artes, Universidad Piloto de Colombia (UPC). Correo electrónico: [jimena-manrique@unipiloto.edu.co](mailto:jimena-manrique@unipiloto.edu.co)

**JOSÉ MANUEL OCHOA DE LA TORRE**

Doctorado en Arquitectura. Investigador en el Departamento de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Sonora, México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México. Y ha sido profesor e investigador en varias universidades. Adicionalmente a su faceta de investigador, ha sido proyectista, constructor y consultor en proyectos relacionados con el diseño bioclimático y el uso eficiente de energía. Líneas de investigación: habilidad sustentable, medio ambiente y energía. Es autor de varios libros y artículos publicados en revistas especializadas y de divulgación científica. [josemanuel.ochoa@unison.mx](mailto:josemanuel.ochoa@unison.mx)

**SERGIO ANTONIO PEREA RESTREPO**

Profesional en Arquitectura egresado de la Universidad Nacional de Colombia (1998), con Es-

tudios en la Maestría de Historia y Teoría del Arte y la Arquitectura en la Universidad Nacional de Colombia (2006), Magister en Arquitectura (2017), y recientemente a iniciado Estudios de Doctorado en el Programa de Posgrado en Integración de América Latina en la Universidad de Sao Paulo USP Brasil; Arquitecto con Matrícula Profesional CPNAA (2000), Socio de Número y Desarrollador Técnico con la Sociedad Colombiana de Arquitectos SCA Bogotá D.C. (2018-2020), con experiencia en investigación y docencia universitaria en arquitectura (2000-2021), experiencia y formación en diseño micro curricular de Programas y Proyectos Educativos en Arquitectura. Posee conocimientos en procesos pedagógicos y didácticos para la formación en eco pedagogía en arquitectura, con experiencia y producción académica de publicaciones, libros, artículos y participación como ponente en eventos internacionales y nacionales, par evaluador reconocido por Col Ciencias Colombia. Actualmente es Docente e Investigador del Departamento de Arquitectura y Diseño en la Corporación Universidad de la Costa CUC. Correo electrónico: [sergio.arquitecto@gmail.com](mailto:sergio.arquitecto@gmail.com)

**ADRIÀ SÁNCHEZ CALVILLO**

Arquitecto técnico y especialista en Restauración de Monumentos. Doctorante en el Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura (PIDA) en Morelia, México.

Profesor en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; docente en las carreras de Arquitectura y Diseño de Interiores. Investigación en patrimonio cultural y análisis sísmico en edificios históricos y arquitectura de tierra. [adria.sanchez.9@hotmail.com](mailto:adria.sanchez.9@hotmail.com)

**GLENDA BETHINA YANES ORDIALES**

Doctorado en Ciencias Sociales. Profesora-investigadora en la Universidad de Sonora. Áreas de investigación: estudios urbanos, habitabilidad sustentable y turismo. Ha publicado numerosos artículos científicos indexados, así como capítulos de libros. [glenda.yanes@unison.mx](mailto:glenda.yanes@unison.mx)