

REVISTA CIENTÍFICA

ISSN
2594-0198

VIVIENDA Y COMUNIDADES SUSTENTABLES



Enero - Junio 2021 Año. 5 Núm. 9

Universidad de Guadalajara
Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables

9

REVISTA CIENTÍFICA

VIVIENDA Y COMUNIDADES SUSTENTABLES

Enero-Junio 2021 Año 5 Núm. 9
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 Mucifío 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 Frómata, 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. 9, enero-junio 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 Correo electrónico: revista.lnvc@gmail.com Dirección web: <http://www.revistavivienda.cuaad.udg.mx>. Editor Responsable: José Arturo Gleason Espíndola. Reserva de Derecho al Uso Exclusivo: 04-2016-1115122500-203. ISSN: 2594-0198, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Fecha de publicación: 29 de enero 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	7
José Arturo Gleason Espíndola	
Análisis de la "vivienda digna y decorosa" en localidades rurales de Tamaulipas a través de un indicador integrado	9
Elda Margarita Hernández Rejón Raúl Treviño Hernández	
Bases de la modernidad de la arquitectura de Quito del siglo xx: un análisis explicativo de su origen en la ciudad	27
Erick Santiago Camacho Aguirre Marco Antonio Medina Ortega	
Identification and classification of local climate zones in a semi-arid city of northwestern Mexico	45
Hiram Eduardo Urias Barrera Onofre Rafael García Cueto Gonzalo Bojórquez Morales	
Reducción de la huella de escasez hídrica y medidas de conservación del agua en la vivienda	61
Carlos Alfredo Bigurra Alzati Gabriela Alejandra Vázquez Rodríguez Liliana Lizarraga Mendiola	
Sustentabilidad y hábitat campesino: abordajes desde la ecología política en el territorio rural de Córdoba, Argentina	77
Fernando Vanoli Maria Rosa Mandrini	
Reseña	
Estudios sobre energía y medio ambiente en la arquitectura	91
M. Paloma Giottonini	
Acerca de los autores	93

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 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 noveno número lo integran cinco artículos relacionados con el urbanismo sustentable, las innovaciones en procesos y materiales de construcción así como la historia de la arquitectura.

El primer artículo presenta una investigación cuyo objetivo es evaluar la vivienda rural de Tamaulipas, a partir de los indicadores de derecho a la vivienda digna y decorosa propuestos por ONU-Hábitat y, a través del método de ponderación múltiple, considerando y adecuando también el modelo de desarrollo urbano sostenible propuesto por Leva (2005) para las localidades rurales. Los resultados permiten observar las áreas de oportunidad y retos que enfrenta el es-

tado de Tamaulipas con respecto a la vivienda rural digna y adecuada.

El segundo trabajo analiza los hechos que influyeron en cómo las manifestaciones y expresiones de la modernidad se concretaron tanto en la sociedad como en la arquitectura de la ciudad de Quito. Del artículo se concluye que, en el caso de la arquitectura moderna de esta ciudad, el desarrollo teórico, tecnológico y morfológico comienza a establecerse a fines de la década de los treinta, y sienta las bases de una modernidad que se analiza a través de un cambio en el comportamiento.

El tercer trabajo es un estudio sobre las zonas semiáridas y su relación con el fenómeno de las islas de calor, considerando que las ciudades ubicadas en vías de desarrollo se han expandido de manera desproporcionada e irregular, lo que favorece la formación de áreas con diferentes características denominadas zonas climáticas locales (ZLC), que promueven el aumento de las temperaturas intraurbanas y la formación de las islas de calor (HI). El objetivo fue realizar esta clasificación y su relación con el aumento de temperatura en la ciudad de Mexicali, México. Los resultados pueden tener un impacto en la planificación urbana y servir de referencia a las autoridades para que puedan establecer puntos críticos y desarrollar políticas que ayuden a reducir la mortalidad y la morbilidad de la población; además, pueden



servir de base para los diseñadores que desarrollan estrategias que buscan la disminución de las temperaturas superficiales.

El cuarto artículo presenta los resultados cuantitativos de aplicar medidas de conservación para reducir la escasez hídrica en la vivienda en la ciudad de Pachuca, Hidalgo. Dentro de las medidas de conservación se destacan: reusar el agua gris recuperable y cosechar el agua de lluvia en la azotea de una vivienda de interés social para reducir la necesidad de agua limpia para fines no potables. Se determinó la huella de escasez hídrica total (HEH) sumando la huella de escasez hídrica directa (HEHD) e indirecta (HEHI). La HEH se redujo de 4.09 a 1.09 m³ equivalentes, particularmente a través de la HEHD, lo que muestra que implementar medidas de conservación ayuda a reducir la escasez hídrica en la vivienda.

El quinto artículo se basa en el supuesto de que el habitar campesino se compone de prácticas que pueden ser equiparables a un ecologismo popular por el tipo de relación que mantiene con la naturaleza. Este supuesto es analizado en casos del noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina, a partir de tres ejes: 1) producción de pequeña escala, 2) materiales, diseño y formas de construcción y 3) mixtura de funciones. Como conclusión principal se destacan tensiones que dan cuenta de la disputa sobre el sentido del concepto de sustentabilidad y la urgencia de recuperar en estos debates las acciones del ecologismo popular.

De esta manera se presenta esta nueva aportación de la revista, donde los saberes interdisciplinarios se conjugan para articular una aportación teórico-práctica que enriquezca la base del conocimiento de los lectores.

Análisis de la “vivienda digna y decorosa” en localidades rurales de Tamaulipas a través de un indicador integrado

Analysis of the “decent and adequate housing” in rural localities of Tamaulipas through an integrated indicator

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i9.161>

ELDA MARGARITA HERNÁNDEZ REJÓN

<https://orcid.org/0000-0002-3197-2502> / mrejon@docentes.uat.edu.mx

RAÚL TREVIÑO HERNÁNDEZ

<https://orcid.org/0000-0002-3267-0194> / rtrevin@docentes.uat.edu.mx

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

Recibido: 28 de septiembre de 2020. Aceptado: 7 de diciembre de 2020.

RESUMEN

En México las localidades rurales concentran al 23% de la población (FAO, 2018) y, a pesar de ser territorio con abundancia de recursos naturales y riqueza cultural y social, entre otros, también presenta los mayores niveles de pobreza, marginación, falta de acceso a servicios públicos y carencias en sus viviendas.

La investigación parte del hecho, reconocido por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de que una vivienda digna y adecuada es un derecho humano básico, por ser un elemento fundamental para el desarrollo pleno y seguro de las personas. En este sentido, el objetivo del artículo es evaluar la vivienda rural de Tamaulipas, a partir de los indicadores de derecho a la vivienda digna y decorosa propuestos por ONU-Hábitat y, a través del método de ponderación múltiple, considerar y adecuar también el modelo de desarrollo urbano sostenible propuesto por Leva (2005) para las localidades rurales.

Los resultados permiten observar las áreas de oportunidad y los retos que enfrenta el estado de Tamaulipas con respecto a la vivienda rural digna y adecuada. La metodología empleada parte de la recopilación de indicadores individuales de vivienda divididos en tres dimensiones, y a partir

de ahí se utiliza el modelo de Leva (2005), que establece un procedimiento para el cálculo de un indicador integrado de calidad en la vivienda urbana, el cual adecuamos para la población rural de Tamaulipas utilizando los indicadores que presenta la ONU-Hábitat, con lo que se obtiene un indicador integrado de calidad de las viviendas en poblaciones rurales de Tamaulipas.

Las limitaciones del estudio radican en que no se utilizan indicadores subjetivos y, por ende, la apreciación de los habitantes de las zonas no se toman en cuenta; por lo tanto, la aportación es solo sobre la calidad de la infraestructura de las viviendas rurales de Tamaulipas.

Palabras clave: vivienda, vivienda rural, calidad de vida, accesibilidad

ABSTRACT

In Mexico, rural localities concentrate 23% of the population (FAO, 2018), and despite being a territory with an abundance of natural resources, cultural and social wealth, among others; they also have the highest levels of poverty, marginalization, lack of access to public services and shortages in their homes.



The investigation is based on the fact recognized by the Political Constitution of the United Mexican States, that decent and adequate housing is a basic human right, as it is a fundamental element for the full and safe development of people. In this sense, the objective of the article is to evaluate rural housing in Tamaulipas, based on the indicators of the right to decent and adequate housing, proposed by UN-Habitat; and through the multiple weighting method, considering and also adjusting the sustainable urban development model proposed by Leva (2005) for rural localities.

The results allow us to observe the areas of opportunity and challenges that the State of Tamaulipas faces with respect to decent and adequate rural housing. The methodology used starts from the compilation of individual housing indicators divided into three dimensions and from there the model proposed by Leva is used (2005), which establishes a procedure for calculating an integrated quality indicator in urban housing, which we adapt for the rural population of Tamaulipas using the indicators presented by the UN-Habitat, obtaining an integrated indicator of the quality of housing in rural populations of Tamaulipas.

The limitations of the study are that subjective indicators are not used and therefore the appreciation of the people of these localities were not taken into account, therefore the contribution is only on the quality of the infrastructure of rural housing in Tamaulipas.

Keywords: housing, rural housing, quality of life, accessibility

INTRODUCCIÓN

En la región de América Latina y el Caribe se ha transformado el perfil demográfico, de modo que ha pasado de ser territorio mayoritariamente rural a ser actualmente la segunda región más urbanizada del mundo, hasta alcanza en 2014 una tasa de urbanización del 80% (BID, 2016).

En el año 1900 México tenía 13.6 millones de habitantes, de los cuales 1.4 millones vivían en 33 ciudades. En 1950, más del 57% de la población total del país vivía en comunidades rurales; para

1990 la proporción disminuyó al 29%, y para 2010 la cifra bajó hasta el 22% (INEGI, 2010). Por otra parte, la brecha de desarrollo entre las comunidades rurales y las urbanas siguió ampliándose, y la actual desigualdad entre ambos territorios se observa en los datos; de acuerdo con la FAO (2018), un poco más del 50% de la población en pobreza extrema habita en localidades rurales, y la tasa de pobreza extrema es del 17.4% en zonas rurales y del 4.4% en zonas urbanas. La población en pobreza moderada se mantuvo alrededor del 40% en zonas rurales (CONEVAL, 2017). La pobreza, y por ende las diversas carencias que tiene la población rural, se ve reflejada principalmente en la precariedad de sus viviendas.

La vivienda rural se desarrolla mayoritariamente en un proceso de autoconstrucción, está ubicada en zonas de riesgo, y muestra vulnerabilidad en sus estructuras y carencia de servicios, entre otros aspectos negativos. Sin duda, una vivienda digna y decorosa, en conjunto con las vialidades y el transporte, es el eje estructural para el desarrollo de una comunidad; por otro lado, la falta de vivienda digna y decorosa produce el surgimiento de otros problemas de habitabilidad, de salud física y mental y desarrollo individual y de la comunidad. En este sentido, el objeto del presente artículo es evaluar el estado de la vivienda rural en Tamaulipas, a partir de la definición y los indicadores de una vivienda digna y decorosa. Al principio se aborda una breve cronología de la evolución del concepto de vivienda adecuada.

El derecho a una vivienda digna, adecuada o decorosa ha sido reconocido desde 1948 en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, en el artículo 25, que señala: “toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure a ella y a su familia, la salud y el bienestar y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios...”.

En 1966, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), en el artículo 17, destaca que: “Los Estados parte en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados...”.

En 1976, en Vancouver, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (Hábitat i), se declaró que:

disponer de una vivienda y de servicios suficientes es un derecho fundamental del hombre y los gobiernos tienen la obligación de procurar que todos sus residentes puedan ejercer este derecho, empezando por ayudar a las capas más desfavorecidas de la población (UN-Hábitat, 1976).

En 1991, 25 años después de la anterior conferencia, el Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales establece una definición para el “Derecho a una vivienda adecuada”, y siete elementos para su evaluación. La Organización de las Naciones Unidas establece los siete elementos básicos para tener una vivienda adecuada: 1) *Seguridad jurídica de la tenencia de la vivienda*. Significa condiciones que garanticen a sus ocupantes protección jurídica contra el desalojo forzoso, el hostigamiento y otras amenazas. 2) *Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura*. Se refiere a provisión de agua potable, instalaciones sanitarias adecuadas, energéticas para la cocción de los alimentos, calefacción y alumbrado, conservación de alimentos, eliminación de residuos y servicios de emergencia. 3) *Asequibilidad*. Significa que el costo de la vivienda debe ser tal que todas las personas puedan acceder a ella sin poner en peligro el disfrute de otros satisfactores básicos. 4) *Habitabilidad de la vivienda*. Significa la existencia de elementos estructurales y de diseño que garanticen la seguridad física y la protección de sus ocupantes ante las inclemencias del medio ambiente y las amenazas a la salud, así como la suficiencia de espacio, habitable y suficiente, y de protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, entre otros. 5) *Accesibilidad*. Se refiere a que el diseño y la materialidad de la vivienda deben considerar las necesidades específicas de los grupos desfavorecidos y marginados, particularmente de personas con discapacidad. 6) *Ubicación*. Significa que la localización debe ofrecer acceso a oportunidades de empleo, servicios de

salud, escuelas, guarderías y otros servicios e instalaciones sociales, y estar ubicada fuera de zonas de riesgo o contaminadas. 7) *Adecuación cultural*. Se refiere a que se debe respetar y tomar en cuenta la expresión de la identidad cultural de sus ocupantes (UN-Hábitat, 2010).

Posteriormente, en 1996, en la Conferencia Hábitat II realizada en Estambul, se declaró: “garantizar a todos una vivienda adecuada y a ofrecer asentamientos humanos más seguros, más sanos, más vivos, más duraderos y productivos” (UN-Hábitat, 2006). En 1998, en la Declaración de Río se destaca en el capítulo 7 de la Agenda 21: “Suministro de vivienda adecuada para todos”. En 2000 surge la Declaración del Milenio (UN-Hábitat, 2000) y los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que pretendían marcar una guía para mejorar las condiciones de vida de las personas (ONU-Hábitat, 2014). En 2002, en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo sostenible, efectuada en Johannesburgo, Sudáfrica; se señaló que:

vivienda adecuada, significa disponer de un lugar donde poderse aislar si se desea, espacio adecuado, seguridad adecuada, iluminación y ventilación adecuada en relación con el trabajo y los servicios básicos, todo ello a un costo razonable,

y se promulgaron medidas para asegurar la vivienda adecuada para todas las personas; se destacan:

a) mejorar el acceso de los pobres a la tierra y propiedad, a una vivienda adecuada y a servicios básicos en las zonas urbanas y rurales, prestando especial atención a las mujeres que son cabeza de familia; b) utilizar materiales duraderos y de bajo costo, así como tecnologías apropiadas, en la construcción de viviendas adecuadas y seguras para los pobres, y proporcionar asistencia financiera y tecnológica a los países en desarrollo teniendo en cuenta su cultura, clima, condiciones sociales particulares y vulnerabilidad a los desastres naturales (ONU-Hábitat, 2002).

En 2008 la Organización de Naciones Unidas, se refiere al derecho a una vivienda digna y decorosa, que se entiende como “...*el derecho de todo hombre, mujer, joven y niño a tener un hogar y una comunidad seguros en que puedan vivir en paz y dignidad*”. En 2015 se aprueba la Agenda 2030, integrada por diecisiete objetivos de desarrollo sostenible y 169 metas que significan el plan de acción para los siguientes años. En la Agenda 2030 se destaca el ODS 11 en relación con la vivienda y su importancia en el desarrollo sostenible, y se señala que: “...Las ciudades y los asentamientos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (UN-Hábitat, 2000). En 2016 en la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III), en Quito, se proclama la Nueva Agenda Urbana y se coloca a la vivienda adecuada en el centro del desarrollo sostenible, como un instrumento para, entre otras cosas, lograr afrontar retos como el cambio climático, la pobreza, la exclusión y la desigualdad (ONU-Hábitat, 2016).

MARCO CONCEPTUAL DE LA VIVIENDA DIGNA Y DECOROSA EN EL ÁMBITO RURAL

De acuerdo con Ortiz (2012), la vivienda se entiende de dos maneras: como una mercancía, regulada por la oferta y demanda, y como un derecho social y humano. La primera concepción significa que la vivienda es un producto terminado de alto costo y está dirigido a quien puede pagar por él. La segunda concepción de derecho social y humano significa que es fundamental para el adecuado desarrollo del ser humano; este concepto va asociado a la idea de la vivienda como un proceso progresivo. En tal sentido, la vivienda adecuada, digna o decorosa es un derecho para que hombres y mujeres se desarrollen plenamente en lo personal, lo espiritual y lo social (Hernández, 2018). Como ha indicado Capel (2003): “La vivienda es el lugar desde donde el hombre se enfrenta al mundo”.

En México, el derecho a la vivienda digna y decorosa se manifiesta en el artículo 4º de la Consti-

tución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que indica: “toda familia tiene derecho a disfrutar de una vivienda digna y decorosa”; así como en la Ley de Vivienda, que en su artículo 2º insta a:

...que se cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, salubridad, cuente con espacios habitables y auxiliares, así como con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión, y contemple criterios para la prevención de desastres y la protección física de sus ocupantes ante los elementos naturales potencialmente agresivos (DOF, 2006).

Por lo tanto, evaluar la calidad de la vivienda en México, en particular la que se encuentra en localidades con mayor rezago y carencias, como las ubicadas en localidades rurales,¹ es fundamental para identificar las áreas de oportunidad y los mayores retos a enfrentar en el tema.

Cómo se señaló en la Declaración de Estambul:

... el desarrollo rural y el desarrollo urbano son interdependientes. Además de mejorar el hábitat urbano, debemos tratar también de ampliar adecuadamente la infraestructura, los servicios públicos y las oportunidades de empleo en las zonas rurales, a fin de hacerlas más atractivas, de constituir una red integrada de asentamientos y de reducir al mínimo la migración de las zonas rurales a las urbanas. Es preciso prestar particular atención a los pueblos medianos y pequeños (ONU, 1996).

La delimitación conceptual entre la vivienda digna y adecuada ha sido abordada por pocos autores, y menos en el entorno rural, como indica Mejía (2016) “...solo algunos debaten sobre la vivienda desde la perspectiva de los derechos al exponer que la dignidad puede observarse en el espacio, como perspectivas para diferenciar lo

1. De acuerdo con el INEGI, se consideran localidades rurales cuando tienen menos de 2,500 habitantes.

digno de lo adecuado en la vivienda”. Sin embargo, se revisan algunos conceptos.

González Claverán (1998) señala que la vivienda es un tema de necesaria reflexión, ya que su producción es un proceso complejo y multidimensional que presenta características muy particulares ligadas al desarrollo rural sustentable y a las tradiciones y la cultura local, entre otras.

Correa (2000) y Mellace (2000) indican que la vivienda es el centro de la existencia humana, donde se da la relación trabajo, producción y vida familiar; además destacan que no solo implica a la habitación sino también al espacio de producción que los mismos habitantes producen.

Según Sánchez (2006), la vivienda rural es “un organismo activo e interactivo con el medio natural y comunitario”; señala que es fundamental para el desarrollo emocional y cohesivo de las familias, y de importante impacto en las actividades económicas y comunitarias.

Catherine Ettinger (2010) describe la vivienda rural como un espacio familiar que responde a las necesidades y condiciones socioculturales relacionadas con el ambiente físico de los usuarios, y esenciales para su subsistencia y desarrollo, tanto en lo individual como en lo colectivo.

Sobre la base de lo anterior, se obvia la complejidad de abordar una evaluación de la vivienda rural, al involucrar no solo a la unidad habitacional, sino también a las áreas productivas, y otros elementos. Existen indicadores para evaluar la calidad de la vivienda; sin embargo, estos parten de una visión urbana, y dejan de lado que el entorno rural está vinculado a otros aspectos y condiciones de satisfacción. En este sentido, y admitiendo que existen discrepancias entre los indicadores urbanos y los rurales, así como hay carencia de alguna metodología que integre esa complejidad, se opta por realizar el análisis con los indicadores existentes, lo cual generará una descripción general de la situación y servirá como base para estudios posteriores.

La definición operativa conceptual establecida para el estudio es la vivienda ubicada en localidades con menos de 2,500 habitantes para evaluar su calidad, considerando aspectos como accesibilidad, disponibilidad de servicios básicos y comple-

mentarios mínimos para cubrir sus necesidades primarias, y equipamiento que mejore la calidad y el confort de los habitantes de la vivienda.

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO

El estado de Tamaulipas tiene una particular ubicación geográfica que genera una dinámica socioeconómica en la región, además de que propicia fenómenos como la migración, lo que contribuye en cierta medida a la problemática en materia habitacional.

El estado de Tamaulipas está situado al Noreste de la República Mexicana, colinda al Norte con los Estados Unidos de América, separado por el río Bravo; al Sur limita con los estados de Veracruz y San Luis Potosí; al oriente está el golfo de México, y al occidente el estado de Nuevo León. Cuenta con una extensión territorial de 102,154 km², que representan el 4.1 % de la superficie del país, y tiene una población de 3,268,554 habitantes, distribuidos en 7,344 localidades (INEGI, 2010). Tamaulipas tiene organizado política y administrativamente su territorio en 43 municipios y cuatro zonas metropolitanas (tabla 1).

TABLA 1

División político-administrativa de Tamaulipas

	Municipio	Cabecera municipal
1	Abasolo	Abasolo
2	Aldama	Aldama
3	Altamira	Altamira
4	Antiguo Morelos	Antiguo Morelos
5	Burgos	Burgos
6	Bustamante	Bustamante
7	Camargo	Ciudad Camargo
8	Casas	Casas
9	Ciudad Madero	Ciudad Madero
10	Cruillas	Cruillas
11	Gómez Farías	Loma Alta
12	González	González
13	Güémez	Güémez
14	Guerrero	Nueva Ciudad Guerrero
15	Gustavo Díaz Ordaz	Ciudad Gustavo Díaz Ordaz
16	Hidalgo	Hidalgo
17	Jaumave	Jaumave

Municipio	Cabecera municipal	
18	Jiménez	Santander Jiménez
19	Llera	Llera de Canales
20	Mainero	Villa Mainero
21	El Mante	Ciudad Mante
22	Matamoros	Heroica Matamoros
23	Méndez	Méndez
24	Mier	Mier
25	Miguel Alemán	Ciudad Miguel Alemán
26	Miquihuana	Miquihuana
27	Nuevo Laredo	Nuevo Laredo
28	Nuevo Morelos	Nuevo Morelos
29	Ocampo	Ocampo
30	Padilla	Nueva Villa de Padilla
31	Palmillas	Palmillas
32	Reynosa	Reynosa
33	Río Bravo	Ciudad Río Bravo
34	San Carlos	San Carlos
35	San Fernando	San Fernando
36	San Nicolás	San Nicolás
37	Soto la Marina	Soto la Marina
38	Tampico	Tampico
39	Tula	Ciudad Tula
40	Valle Hermoso	Valle Hermoso
41	Victoria	Ciudad Victoria
42	Villagrán	Villagrán
43	Xicoténcatl	Xicoténcatl

Fuente: Elaboración propia; datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI (2010).

En 2010, Tamaulipas ocupó el lugar número trece según el tamaño de la población, lo que representó el 2.91% del total nacional (INEGI 2010). Los principales municipios por tamaño de población son: Reynosa, Matamoros, Nuevo Laredo, Victoria, Tampico, cd. Madero, Altamira, Mante y Río Bravo (INEGI, 2010) (tabla 2).

TABLA 2

Municipios de Tamaulipas con mayor población (2010)

Municipio	Población	% de la población estatal	
1	Reynosa	608,891	18.63
2	Matamoros	489,193	14.97
3	Nuevo Laredo	384,033	11.75
4	Victoria	321,953	9.85
5	Tampico	297,554	9.11
6	Cd. Madero	197,216	6.03

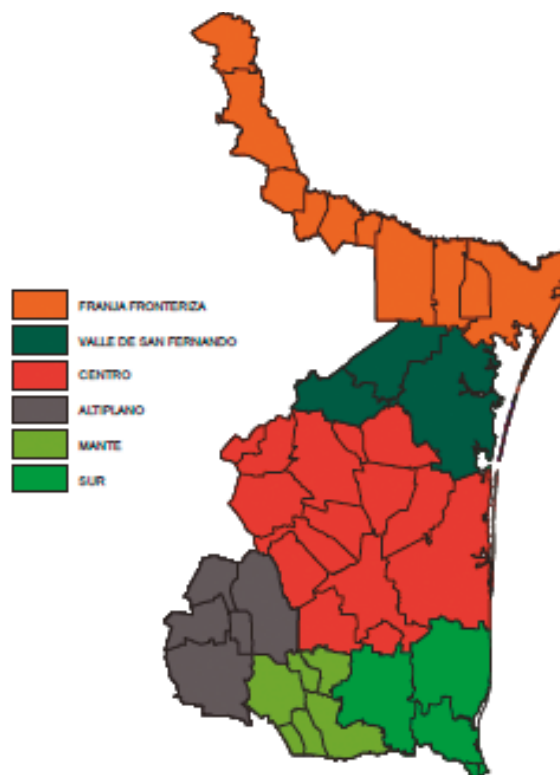
Municipio	Población	% de la población estatal	
7	Altamira	212,001	6.49
8	Río Bravo	118,259	3.62
9	El Mante	115,792	3.54
		2,744,892	84

Fuente: Elaboración propia; datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI (2010).

De acuerdo con la Dirección de Ordenamiento Territorial del Estado de Tamaulipas, son seis las regiones políticas que conforman el estado (imagen 1). La llamada región Franja Fronteriza cuenta con una extensión territorial de 16,841,934 km², y está formada por diez municipios; la región Sur tiene cinco municipios; la región Centro está formada por trece municipios; la región Mante tiene seis municipios; la región Valle de San Fernando está conformada por cuatro municipios, y la región del Altiplano está conformada por cinco municipios (SEDUMA, 2015) (tabla 3).

IMAGEN 1

Regiones del estado de Tamaulipas



Fuente: SEDUMA, 2015.

TABLA 3
Población total por regiones del estado de Tamaulipas

Región	Población	Porcentaje
Franja Fronteriza	1,730,508	53
Sur	779,676	24
Centro	461,610	14
Mante	172,788	5
Valle de San Fernando	68,350	2
Altiplano	55,622	2
Total	3,268,554	100

Fuente: SEDUMA, 2015.

De las 7,344 localidades que integran los 43 municipios del estado de Tamaulipas, 7,299 (99%) son localidades rurales. Esa visión cambia cuando observamos que solo 405,189 personas (12%) de la población es rural; es decir, viven en localidades con menos de 2,500 habitantes; además, el municipio que más población rural tiene es el de Matamoros, en la Zona Norte, y el que no aporta ninguna localidad es el de Ciudad Madero, en el sur del estado. Esta distribución se observa en la tabla 4.

TABLA 4
Porcentaje de población rural en los municipios de Tamaulipas

Municipio	Población rural	% de la población rural total
Matamoros	32,499	8.02%
Altamira	28,288	6.98%
El Mante	28,205	6.96%
San Fernando	21,364	5.27%
Reynosa	19,425	4.79%
Tula	17,529	4.33%
Victoria	16,798	4.15%
Aldama	15,809	3.90%
González	15,720	3.88%
Güemez	15,659	3.86%
Soto la Marina	14,144	3.49%

Municipio	Población rural	% de la población rural total
Bustamante	13,880	3.43%
Xicoténcatl	13,271	3.28%
Llera	13,185	3.25%
Hidalgo	12,629	3.12%
Río Bravo	12,434	3.07%
Jaumave	9,472	2.34%
San Carlos	9,331	2.30%
Gómez Farías	8,786	2.17%
Ocampo	7,867	1.94%
Valle Hermoso	7,382	1.82%
Camargo	6,949	1.72%
Camargo	6,949	1.72%
Villagrán	6,316	1.56%
Abasolo	6,062	1.50%
Antiguo Morelos	5,899	1.46%
Padilla	5,103	1.26%
Burgos	4,589	1.13%
Méndez	4,530	1.12%
Casas	4,423	1.09%
Gustavo Díaz Ordaz	4,252	1.05%
Miquihuana	3,514	0.87%
Nuevo Morelos	3,381	0.83%
Nuevo Laredo	3,357	0.83%
Jiménez	2,834	0.70%
Mainero	2,579	0.64%
Miguel Alemán	2,452	0.61%
Cruillas	2,011	0.50%
Palmillas	1,795	0.44%
San Nicolás	1,031	0.25%
Tampico	270	0.07%
Guerrero	165	0.04%
Cd. Madero	0	0.00%
	405,189	

Fuente: Elaboración propia; datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI (2010).

Con respecto a la vivienda, en Tamaulipas se tiene 1,168,561 viviendas distribuidas en los 43 municipios del estado; 145,571, (12 %) de estas se encuentran en localidades rurales; se observan los datos en la tabla 5.

TABLA 5
Porcentaje de vivienda rural en los municipios de Tamaulipas

Municipio	Viviendas totales	Viviendas urbanas	Viviendas rurales	% de viviendas rurales
Abasolo	4,245	2,064	2,181	51.38%
Aldama	10,513	4,569	5,944	56.54%
Altamira	83,052	73,048	10,004	12.05%
Antiguo Morelos	2,976	1,048	1,928	64.78%
Burgos	2,025	0	2,025	100.00%
Bustamante	2,071	0	2,071	100.00%
Camargo	7,695	3,762	3,933	51.11%
Casas	1,477	0	1,477	100.00%
Ciudad Madero	69,320	69,320	0	0.00%
Cruillas	866	0	866	100.00%
Gómez Farías	2,928	0	2,928	100.00%
González	14,352	9,026	5,326	37.11%
Güémez	5,176	0	5,176	100.00%
Guerrero	1,516	1,440	76	5.01%
Gustavo Díaz Ordaz	6,529	4,490	2,039	31.23%
Hidalgo	8,637	3,943	4,694	54.35%
Jaumave	4,776	1,821	2,955	61.87%
Jiménez	3,127	1,923	1,204	38.50%
Llera	6,577	1,547	5,030	76.48%
Mainero	1,073	0	1,073	100.00%
El Mante	40,312	30,600	9,712	24.09%
Matamoros	175,237	163,032	12,205	6.96%
Méndez	1,840	0	1,840	100.00%
Mier	2,825	2,825	0	0.00%
Miguel Alemán	9,892	8,594	1,298	13.12%
Miquihuana	1,253	0	1,253	100.00%
Nuevo Laredo	132,586	130,982	1,604	1.21%
Nuevo Morelos	1,158	0	1,158	100.00%
Ocampo	4,442	1,812	2,630	59.21%
Padilla	4,793	2,989	1,804	37.64%
Palmillas	725	0	725	100.00%
Reynosa	229,790	221,760	8,030	3.49%
Río Bravo	44,442	39,443	4,999	11.25%
San Carlos	3,302	0	3,302	100.00%
San Fernando	21,017	13,230	7,787	37.05%
San Nicolás	353	0	353	100.00%
Soto la Marina	9,165	3,476	5,689	62.07%
Tampico	102,661	102,555	106	0.10%
Tula	8,184	3,225	4,959	60.59%
Valle Hermoso	22,619	19,700	2,919	12.91%
Victoria	102,322	96,911	5,411	5.29%
Villagrán	2,296	0	2,296	100.00%
Xicoténcatl	8,416	3,855	4,561	54.19%
Totales	1,168,561	1,022,990	145,571	12.46%

Fuente: Elaboración propia; datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI (2010).

CRITERIOS METODOLÓGICOS

Para los fines de este estudio se realizó un análisis de los indicadores de una vivienda digna y decorosa. Cabe señalar que existen diferentes criterios y métodos para definir los indicadores de medición; sin embargo, para el presente análisis se toma como base el marco de referencia sobre vivienda adecuada propuesto por la ONU y que son retomados por el CONEVAL en México (CONEVAL, 2018). Además, se adecua el método de ponderación múltiple que utilizaron Torres y Adame (2013), considerando a su vez el modelo de desarrollo urbano sostenible propuesto por Leva (2005), que incluye indicadores objetivos y subjetivos; para este estudio se adecua a poblaciones rurales y con la limitación de que solo se utilizan indicadores objetivos y no los subjetivos. Los primeros son los desarrollados a partir de información estadística oficial emitida por instituciones gubernamentales, y los subjetivos son los que consideran la percepción de la población sobre sus necesidades e intereses, a través de encuestas de opinión.

Además, el modelo de ponderación múltiple incorpora las ponderaciones de cada indicador individual, así como la ponderación por cada dimensión. Y el indicador de vivienda digna y decorosa tomará el valor en función de la ponderación de las dimensiones que definen.

Las dimensiones consideradas para Tamaulipas son 3.

- Dimensión de accesibilidad
 - Accesibilidad económica
 - incluye 2 indicadores
 - Accesibilidad jurídica
 - incluye 2 indicadores
- Dimensión disponibilidad
 - Disponibilidad de infraestructura de servicios básicos y complementarios
 - incluye 8 indicadores
 - Disponibilidad de equipamiento básico de la vivienda
 - incluye 11 indicadores

- Dimensión calidad
 - Calidad de los materiales de construcción y el diseño
 - incluye 6 indicadores

EVALUACIÓN DE LAS VIVIENDAS RURALES. APROXIMACIÓN A TRAVÉS DEL CÁLCULO DEL INDICADOR INTEGRADO DE MEDICIÓN DE VIVIENDA DIGNA Y DECOROSA

Para el cálculo del indicador integrado de medición de vivienda digna y decorosa (IMVDD), se procedió a obtener información correspondiente a las localidades con menos de 2,500 habitantes en el estado de Tamaulipas, del Censo de Población y Vivienda 2010.

Para la escala ordinal de los indicadores de medición de vivienda digna y decorosa se tomó la desarrollada por Leva (2005), adecuándola al caso de estudio (tabla 6). Posteriormente se procedió a estandarizar los valores de los indicadores individuales o simples a su escala ordinal de las localidades (tabla 7).

Se procede a la obtención de los IMVDD por dimensión, cada dimensión con un peso relativo, considerando el criterio sugerido por Torres y Adame (2013). Finalmente se multiplican los valores estandarizados por su ponderación y se suman por dimensión (tabla 8).

Finalmente, para el cálculo del IMVDD del estado de Tamaulipas, y sobre la base de los resultados obtenidos para cada dimensión del estado de Tamaulipas, se clasifican los valores cualitativos en la escala ordinal para cada dimensión.

Para el cálculo del indicador integrado se debe ponderar cada dimensión de acuerdo con la jerarquización determinada; para este caso se adecuó la ponderación sugerida por Torres y Adame (2013) para el ámbito de vivienda adecuada rural, de forma que se asignó un valor de 0.45 a la dimensión de disponibilidad, de 0.35 a la dimensión de calidad y de 0.2 a la dimensión de accesibilidad (tabla 9).

TABLA 6Escala ordinal de los indicadores
de calidad de vida urbana

INTERVALO	ESCALA
80-100	MB (MUY BUENA)
60-80	B (BUENA)
40-60	R (REGULAR)
0-40	M (MALA)

Fuente: Leva, 2005.

TABLA 7

Valor estándar y transformación a escala ordinal de indicador

Dimensión	Subdimensión	Indicadores simples	Valor del indicador	Min	Max	Valor estándar	Valor ordinal
Accesibilidad	Accesibilidad económica	% de viviendas que usan gas como combustible para cocinar	41.38%	0	100	41.38	R
		% de viviendas que tienen medidor de luz instalado	82.05%	0	100	82.05	MB
	Accesibilidad jurídica	% de viviendas cuya forma de adquisición fue por compra o mandada construir	76.04%	0	100	76.04	B
		% de viviendas que el tipo de tenencia es propia	83.06%	0	100	83.06	MB
Disponibilidad	Disponibilidad de infraestructura de servicios básicos y complementarios	% de viviendas con agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno	74.74%	0	100	74.74	B
		% de viviendas que disponen de energía eléctrica	80.09%	0	100	80.09	MB
		% de vivienda que disponen de drenaje	38.44%	0	100	38.44	M
		% de viviendas donde desalojo de aguas negras se hace en la red publica	10.41%	0	100	10.41	M
		% de viviendas que cuentan con línea telefónica fija	15.28%	0	100	15.28	M
		% de viviendas que cuentan con teléfono celular	48.70%	0	100	48.70	R
		% de viviendas que cuentan con Internet	2.27%	0	100	2.27	M
		% de viviendas donde la basura es recolectada en el domicilio o depositada en contenedor publico	23.10%	0	100	23.10	M
	Disponibilidad de equipamiento básico de la vivienda	% de viviendas que cuentan con refrigerador	74.01%	0	100	74.01	B

Dimensión	Subdimensión	Indicadores simples	Valor del indicador	Min	Max	Valor estándar	Valor ordinal
Disponibilidad	Disponibilidad de equipamiento básico de la vivienda	% de viviendas que cuentan con lavadora	59.91%	0	100	59.91	R
		% de viviendas que cuentan con automóvil	46.46%	0	100	46.46	R
		% de viviendas que cuentan con radio	64.52%	0	100	64.52	B
		% de viviendas que cuentan con televisor	83.94%	0	100	83.94	MB
		% de viviendas que cuentan con computadora	5.71%	0	100	5.71	M
		% de viviendas que cuentan con estufa de gas	87.88%	0	100	87.88	MB
		% de viviendas que cuentan con tinaco	36.62%	0	100	36.62	M
		% de viviendas que cuentan con calentador de agua	7.69%	0	100	7.69	M
		% de viviendas que cuentan con cisterna	7.88%	0	100	7.88	M
		% de viviendas que cuentan con regadera	39.74%	0	100	39.74	M
Calidad	Calidad de los materiales de construcción y el diseño	% de no hacinamiento en las viviendas	60.00%	0	100	60.00	B
		% de viviendas que cuentan con paredes de tabique, ladrillo, bloque, piedra, cantera, cemento o concreto	72.05%	0	100	72.05	B
		% de viviendas que cuentan con techo de tabique, ladrillo, bloque, piedra, cantera, cemento o concreto	68.67%	0	100	68.67	B
		% de viviendas que cuentan con piso diferente de tierra	89.42%	0	100	89.42	MB
		% de viviendas que cuentan con 3 cuartos o más	55.04%	0	100	55.04	R
		% de viviendas que cuentan con cocina dentro de la casa	87.28%	0	100	87.28	MB

Fuente: Elaboración propia; datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI (2010).

TABLA 8
Indicador del derecho a la vivienda digna y decorosa por dimensión

Dimensión	Subdimensión	Indicadores simples	Ponderación (P)	Valor Estándar (Z)	P*Z	Valor ordinal
Accesibilidad	Accesibilidad económica	% de viviendas que usan gas como combustible para cocinar	0.10	41.38	4.14	
		% de viviendas que tienen medidor de luz instalado	0.10	82.05	8.21	
	Accesibilidad jurídica	% de viviendas cuya forma de adquisición fue por compra o mandada construir	0.30	76.04	22.81	
		% de viviendas que el tipo de tenencia es propia	0.50	83.06	41.53	
			1.00		76.69	B
Disponibilidad	Disponibilidad de infraestructura de servicios básicos y complementarios	% de viviendas con agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno	0.20	74.74	14.95	
		% de viviendas que disponen de energía eléctrica	0.10	80.09	8.01	
		% de vivienda que disponen de drenaje	0.10	38.44	3.84	
		% de viviendas donde el desalojo de aguas negras se hace en la red pública	0.05	10.41	0.52	
		% de viviendas que cuentan con línea telefónica fija	0.05	15.28	0.76	
		% de viviendas que cuentan con teléfono celular	0.05	48.70	2.43	
		% de viviendas que cuentan con Internet	0.05	2.27	0.11	
		% de viviendas donde la basura es recolectada en el domicilio o depositada en contenedor público	0.18	23.10	4.16	

Dimensión	Subdimensión	Indicadores simples	Ponderación (P)	Valor Estándar (Z)	P*Z	Valor ordinal		
Disponibilidad	Disponibilidad de equipamiento básico de la vivienda	% de viviendas que cuentan con refrigerador	0.02	74.01	1.48			
		% de viviendas que cuentan con lavadora	0.02	59.91	1.20			
		% de viviendas que cuentan con automóvil	0.02	46.46	0.93			
		% de viviendas que cuentan con radio	0.02	64.52	1.29			
		% de viviendas que cuentan con televisor	0.02	83.94	1.68			
		% de viviendas que cuentan con computadora	0.02	5.71	0.11			
		% de viviendas que cuentan con estufa de gas	0.02	87.88	1.76			
		% de viviendas que cuentan con tinaco	0.02	36.62	0.73			
		% de viviendas que cuentan con calentador de agua	0.02	7.69	0.15			
		% de viviendas que cuentan con cisterna	0.02	7.88	0.16			
		% de viviendas que cuentan con regadera	0.02	39.74	0.79			
					1.00		45.08	R
		Calidad	Calidad de los materiales de construcción y el diseño	% de no hacinamiento en las viviendas	0.20	60.00	12.00	
% de viviendas que cuentan con paredes de tabique, ladrillo, bloque, piedra, cantera, cemento o concreto	0.20			72.05	14.41			
% de viviendas que cuentan con techo de tabique, ladrillo, bloque, piedra, cantera, cemento o concreto	0.20			68.67	13.73			
% de viviendas que cuentan con piso diferente de tierra	0.20			89.42	17.88			
% de viviendas que cuentan con 3 cuartos o más	0.10			55.04	5.50			
% de viviendas que cuentan con cocina dentro de la casa	0.10			87.28	8.73			
					1.00		72.26	B

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados obtenidos se advierte que, en el indicador integrado de medición de vivienda digna y decorosa por dimensión, para la escala ordinal, se obtuvo en la dimensión de calidad el resultado de 72.26, el cual equivale a “bueno”; sin embargo, se observó que los valores simples de los indicadores resultaron con valores de bueno y muy bueno, lo que propició que el indicador integrado obtuviera una buena valoración en la escala ordinal.

En la dimensión de accesibilidad la suma fue de 76.69, lo cual indica una situación “buena”; con respecto a esta dimensión hay dos indicadores que sobresalen, primero el del porcentaje de viviendas, que corresponde al tipo de tenencia propia, lo que, de acuerdo con el resultado, manifiesta una situación “muy buena”, y segundo el indicador de porcentaje de viviendas que tienen medidor de luz instalado, cuyo resultado es catalogado como “muy bueno”.

Para la dimensión de disponibilidad, el valor fue de 45.00; es decir, “regular”. En este caso se da ese resultado porque algunos de los indicadores simples de esa dimensión resultaron con mala valoración, como es el caso de porcentaje de viviendas que disponen de drenaje, porcentaje de viviendas donde el desalojo de aguas negras se hace en la red pública, porcentaje de viviendas que cuentan con línea telefónica fija, porcentaje de viviendas que cuentan con Internet, porcentaje de viviendas donde la basura es recolectada en el domicilio o depositada en contenedor público que pertenecen a la infraestructura de servicios básicos, y además los indicadores de porcentaje de viviendas que cuentan con computadora, porcentaje de viviendas que cuentan con calentador de agua, porcentaje de viviendas que cuentan con cisterna que pertenece a el equipamiento básico de la vivienda.

Sobre la base de los resultados obtenidos, se clasifican los valores cualitativos en la escala ordinal para cada dimensión. Para el cálculo del indicador integrado se debe ponderar cada dimensión según la jerarquización determinada; como se comentó anteriormente, para este caso se tomó como base la ponderación sugerida por

Torres y Adame (2013), la cual da un mayor peso a la dimensión de disponibilidad (0.45), debido a que esta dimensión refleja las condiciones físicas en que se vive. La dimensión de calidad es la segunda con mayor peso (0.35), porque este valor refleja su entorno particular y las otras dimensiones tienen el peso de (0.20); la razón es que se refieren al entorno externo. Para el cálculo del indicador integrado se debe multiplicar la ponderación de cada dimensión por el valor del indicador. Los resultados se muestran en la tabla 9.

TABLA 9

Indicador integrado de medición del derecho a la vivienda digna y decorosa

Dimensión	Ponderación (P)	Valor del indicador (I)	P*I	Valor ordinal
Accesibilidad	0.20	76.69	15.34	
Disponibilidad	0.45	45.08	20.29	
Calidad	0.35	72.26	25.29	
	1.00		60.92	B

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del indicador integrado de medición de vivienda digna y decorosa para Tamaulipas fue 60.92, lo que significa un resultado ordinal de “Bueno”. Sin embargo, aunque el resultado podría parecer alentador, hay que destacar que este resultado está muy cerca del límite inferior del rango del valor ordinal de “bueno”, por lo cual se observa un área de oportunidad para mejorar esas áreas que no resultaron bien evaluadas.

Para el estado de Tamaulipas se obtuvo como resultado un valor “promedio”, lo que significa que existen diferencias sustanciales entre las diversas localidades rurales; esto se explica, como se refirió anteriormente, porque existen en el estado 7,344 localidades, de las cuales solo 45 son mayores de 2,500 habitantes, y hasta hay localidades de un habitante; además se observa que mientras menor sea una localidad, mayores carencias tiene.

La evaluación concluye en un resultado general para el estado; sin embargo, resulta interesante tener ese diagnóstico solo para las comunidades rurales, donde se observan los grandes retos a escala general, así como las áreas de oportunidad a escala general, y los retos que en materia de vivienda rural enfrenta el estado.

Sin embargo, se considera que es necesario tener un diagnóstico general del estado para observar los grandes retos, y posteriormente ampliar el estudio a una menor escala. Según los resultados, se pueden observar las áreas de oportunidad y retos que enfrenta el estado de Tamaulipas en materia de medición del derecho a la vivienda digna y decorosa.

CONCLUSIONES

El análisis hace una aproximación al estado de la calidad de la vivienda rural, a partir de los parámetros existentes, y aporta una descripción sobre la vivienda que, cabe señalar, no se había realizado en el estado. Sin embargo, se reconoce la necesidad de incorporar características cualitativas propias de lo rural a la delimitación de las llamadas localidades; es decir, ponderar también otros aspectos, además del número de habitantes, así como incorporar otros indicadores exclusivos para los entornos rurales.

Los resultados obtenidos en la evaluación cuantitativa hacen notar los retos en materia de derecho a la vivienda digna y decorosa en el estado de Tamaulipas. Se observa, por ejemplo, que en el ámbito de disponibilidad se obtuvo una calificación “regular”; esto se explica, por un lado, porque es la dimensión que contiene indicadores tanto de infraestructura de servicios básicos como de equipamiento básico de la vivienda, donde, de acuerdo con el referente, está el porcentaje de viviendas que cuentan con el servicio de drenaje. El resultado obtenido es del 38%, lo que significa que el déficit es muy alto, lo que resalta un área de oportunidad.

Por otro lado, ligado a este indicador se tiene que solo el 10.41% de las viviendas que cuentan con

este servicio desaloja las aguas negras en la red pública, el resto lo hace fuera de ella, lo que representa un latente riesgo para la salud y ambiental.

En esta misma dimensión se observa que el porcentaje de viviendas que tienen el servicio de recolección de basura por parte de las autoridades alcanza apenas el 23%, lo que sugiere que el problema de residuos sólidos domiciliarios es grave, ya que el 77% de las viviendas quema la basura en sus terrenos al aire libre, lo que provoca grave contaminación de aire y a los mantos acuíferos, e incide seguramente en problemas de salud de sus habitantes.

Siguiendo con la misma dimensión, con respecto al rubro de equipamiento básico de la vivienda, se destaca que un significativo porcentaje de las viviendas no cuenta con telefonía fija, internet, computadora, calentador de agua ni cisterna, lo cual denota que la conexión y el intercambio de información de estas comunidades con el exterior se dificulta por no contar con estas herramientas tecnológicas de comunicación, lo que implica que los habitantes de estas comunidades tienen inconvenientes para informarse de lo que acontece en el mundo, además de que los niños y jóvenes tienen mayores obstáculos para sus clases a distancia en los tiempos actuales de la pandemia que se vive en el mundo. Ello se suma a que la falta de equipamiento va en detrimento del confort y la calidad de vida de los habitantes de esas viviendas.

Al advertir estos resultados, se concluye que la brecha de desarrollo entre las comunidades rurales y urbanas sigue siendo amplia, si bien ha habido avances en desarrollo de infraestructura de servicios básicos como luz y agua (aunque en menor medida); todavía hay mucho por hacer en asuntos de drenaje y de la conexión de este a una red pública, así como en el aspecto de la gestión de residuos sólidos, rubro que es uno de los más desatendido, por haber insuficiente recolección y no existir una eliminación adecuada, con lo que se generan graves problemas de salud y ambientales.

En este sentido, son claras las áreas de oportunidad para la formulación de políticas públicas y estrategias para la inversión que apunten hacia

el desarrollo de infraestructura de servicios básicos en las localidades rurales de Tamaulipas, aspectos fundamentales para la mejora de las condiciones de vida de los habitantes.

También se destaca que, en el ámbito de la accesibilidad, ciertamente se obtuvo una calificación global de “buena”; no obstante hay aspectos puntuales que revisar; por ejemplo, el porcentaje de las viviendas que utilizan gas como combustible para cocinar, el cual resultó con una calificación de “regular”, porque aproximadamente el 60% de las viviendas utiliza todavía leña para cocinar sus alimentos, lo que indica que el poder de acceso a la satisfacción de esta necesidad todavía es muy bajo en las localidades rurales. Esto destaca la necesidad de ampliar la cobertura hacia todas las comunidades.

Finalmente, en la dimensión calidad de la vivienda, si bien es cierto que obtuvo una calificación global de “bueno”, se destacan rubros individuales con grandes rezagos; por ejemplo, con respecto al porcentaje de viviendas que tienen tres o más cuartos se obtuvo una calificación de “regular”; otro indicador es el porcentaje de hacinamiento en las viviendas y el de porcentaje de viviendas con techo de concreto, ambos resultaron con una calificación que está muy cerca del límite inferior del rango, lo que representa la necesidad de reforzar las acciones para mejorar las condiciones, particularmente espacio dentro de la vivienda, lo que también redundará en disminución del hacinamiento.

En resumen, Tamaulipas es un estado que por mucho tiempo descuidó el tema de infraestructura de servicios públicos en localidades rurales, además de no impulsar proyectos para el desarrollo económico y territorial de ellas; en consecuencia, sigue habiendo asentamientos precarios, pobreza y marginalidad; además, la existencia de tiraderos a cielo abierto que funcionan sin ningún tipo de regulación, entre otros pendientes por resolver, lo que ha tenido un costo social importante y la disminución de la calidad de vida de los habitantes del estado.

El crecimiento y el desarrollo de un estado requieren no solo fijar la mirada en las áreas ur-

banas, sino también ver todo el territorio, en especial las localidades menos favorecidas, como las rurales, e impulsar proyectos para disminuir la brecha de desigualdad. Con respecto a lograr tener vivienda digna para todos, es necesario avanzar en disminuir el rezago en las localidades rurales, en particular lo que respecta a infraestructura de servicios básicos, de hacinamiento en viviendas, equipamiento de comunicación y gestión de residuos sólidos.

El análisis lleva a la reflexión sobre las metodologías de evaluación de la calidad de la vivienda. En general, parten de una visión urbana, y dejan de lado aspectos vinculados al territorio rural.

En este sentido, se considera necesario pensar a partir de la compleja y heterogénea realidad rural para rediseñar o adecuar la metodología al entorno social ambiental, cultural y económico propio del territorio rural, además de la incorporación de nuevos indicadores de medición asociados a la sostenibilidad de la vida rural, como reciclaje de desechos y recolección de agua de lluvia, entre otros, e incorporar también la percepción de los habitantes de esas poblaciones.

El análisis sobre la vivienda digna y decorosa en localidades rurales del estado de Tamaulipas es uno de los primeros abordajes del tema; aunque se observan diversas áreas de oportunidad para futuras investigaciones, los resultados ponen al descubierto importantes elementos, como la falta de acciones específicas y una política robusta de vivienda rural en el estado.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2016). *Guía metodológica del Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles*, 3ª ed. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: <http://www.iadb.org/es/temas/ciudades-emergentes-y-sostenibles/dando-respuesta-a-los-desafios-de-desarrollo-urbano-de-las-ciudades-emergentes,6690.html>.
- Capel, H. (2003). “La vivienda y la construcción del espacio social de la ciudad”. *Scripta Nova. Re-*

- vista electrónica de geografía y ciencias sociales, vol. VII, núm. 146 (01). Barcelona.
- Correa, T. (2000). “Conceptualización de la vivienda rural en Panamá”. En J. González y M. Villar (Ed.). *II Seminario y Taller Iberoamericano sobre Vivienda Rural y Calidad de Vida en los Asentamientos Rurales*, vol. I. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, pp. 37-40.
- Consejo Nacional de evaluación de la política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2017). *Medición de la pobreza, Estados Unidos Mexicanos, 2010-2015*. Indicadores de pobreza por municipio. México: CONEVAL.
- (2018). *Estudio Diagnóstico del Derecho a la Vivienda Digna y Decorosa 2018*. Ciudad de México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2006). *Decreto por el que se expide la Ley de Vivienda*. México, DF, 25 de abril.
- Ettinger Catherine (2010). *La transformación de la vivienda vernácula en Michoacán. Materialidad, espacio y representación*. Tesis doctoral. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2018). *México rural del siglo XXI*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i9548es/I9548ES.pdf>.
- González Claveran, Jorge (1998). “La producción de la vivienda rural, proceso o problema”. *Vivienda Popular*, núm. 4, pp. 16-19.
- Hernández-Rejón, Elda *et al.*, (2018). “El acceso a la vivienda adecuada en México y los planteamientos de la Nueva Agenda Urbana. Reflexiones hacia la construcción de una sociedad pos capitalista”. En: *XV Coloquio Internacional de Geocrítica*. Las ciencias sociales y la edificación de una sociedad post-capitalista. Barcelona. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/Sociedad-postcapitalista/HernandezRejon.pdf>.
- Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI) (2010a). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México. Disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>.
- (2010b). *Volumen y crecimiento. Población total según tamaño de localidad para cada Entidad Federativa*.
- Leva, Germán (2005). *Indicadores de calidad de vida urbana. Teoría y metodología*. Pontike, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.
- Disponible en: www.researchgate.net/.../German_Leva/...Indicadores_de_calidad_de_vida. Consultado: 3 de enero de 2015.
- Mellace, F. (2000). “Tecnología de la vivienda rural: Tucumán, Argentina”. En J. González y M. Villar (Ed.). *II Seminario y Taller Iberoamericano sobre Vivienda Rural y Calidad de Vida en los Asentamientos Rurales*, vol. 1. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Mejía-Escalante, M (2016). “La vivienda digna y la vivienda adecuada. Estado del debate”. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 9 (18), pp. 292-307. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.cvu9-18.vdva>.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU-Hábitat) (1996). *Declaración de Estambul sobre los Asentamientos Humanos y Programa de Hábitat**. Conferencia de las naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II). Estambul, Turquía.
- (2000). *Guía para el monitoreo de la Meta II*. Disponible en: <http://docplayer.es/17515085-Guia-para-elmonitoreo-de-la-meta-ii.html>.
- (2002). *Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible*. Nueva York. Disponible en: <https://documentsddsny.un.org/doc/UNDOC/GEN/No2/636/96/PDF/No263696.pdf?OpenElement>.
- (2006). *The Hábitat Agenda. Istanbul Declaration on Human Settlements*. Disponible en: <https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2014/07/The-Habitat-AgendaIstanbul-Declaration-on-Human-Settlements-2006.pdf>.
- (2010). *El derecho a una vivienda adecuada*. Folleto Informativo núm. 21/ Rev. 1. Ginebra: Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos/ONU-Hábitat. Disponible en: <https://bit.ly/2O9AZn9>.
- (2014). *Planeamiento Urbano para Autoridades Locales*. Nairobi, Kenya: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.
- (2016). *Nueva Agenda Urbana*. Quito, Ecuador: Naciones Unidas, Secretaría de Hábitat III. Disponible en: <http://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nieva-agenda-urbana-enespanol>.
- Ortiz, E. (2012). *Producción social de la vivienda y el hábitat. Bases conceptuales y correlación con los*

- procesos habitacionales*. Hábitat International Coalition, México: Oficina Regional para América Latina.
- Sánchez, Q. (2006). “Cambios operativos y funcionales en la vivienda rural en zona de expansión demográfica”. *Psicología para América Latina*, núm. 7, agosto pp. 1-18. Disponible en: <http://psicolatina.org/siete/cambios.html>.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) (2015). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en Tamaulipas 2015*. Cd. Victoria, Tamaulipas.
- Torres Rigoberto; Adame, Salvador y Juan Antonio Jiménez (2013). “Calidad de vida urbana en la zona metropolitana de Toluca: una perspectiva desde la sustentabilidad”. *DELOS Desarrollo Local Sostenible*, vol. 6, núm. 18. Disponible en: www.eumed.net/rev/delos/18. Consultado: 18 de enero de 2015.
- United Nations Conference on Human Settlements (UN-Habitat) (1976). *The Vancouver Declaration on Human Settlements*. Disponible en: <http://www.un-documents.net/van-dec.htm>.

Bases de la modernidad de la arquitectura de Quito del siglo xx: un análisis explicativo de su origen en la ciudad

Foundations of the modernity of the architecture of Quito of the xx century: an explanatory analysis of their origin in the city

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i9.158>

ERICK SANTIAGO CAMACHO AGUIRRE

<http://orcid.org/0000-0002-5380-1464> / escamacho@uce.edu.ec
Universidad Central de Ecuador, Ecuador

MARCO ANTONIO MEDINA ORTEGA

<http://orcid.org/0000-0001-6618-0700> / marco09medina@gmail.com
Universidad de Guadalajara, México

Recepción: 14 de agosto de 2020. Aceptación: 19 de noviembre de 2020.

RESUMEN

Los textos de arquitectura que estudian la modernidad en la ciudad de Quito son en su mayoría una recopilación de edificios o de autores y descripciones de sus obras, por lo que no aportan al entendimiento de cómo se representó la modernidad en la ciudad. En consecuencia, se carece de un trabajo que analice los hechos que influyeron en cómo las manifestaciones y expresiones de la modernidad se concretaron tanto en la sociedad como en la arquitectura de la ciudad. Este artículo hace una revisión cronológica, entrelazando los hechos históricos del Ecuador desde lo político, lo económico y lo social, para explicar las razones de cómo se cimentaron las bases de la modernidad en la ciudad de Quito. La explicación se hace dentro de un marco de entendimiento desde las visiones de autores como Bolívar Echeverría y David Harvey, y se propone un análisis de las particularidades históricas del país y de la ciudad. Para ello se analiza el crecimiento de la ciudad, se identifican expresiones arquitectónicas representativas y se evidencian los momentos en que las bases de la modernidad

se presentaron y gestaron particularidades que se manifestaron en la ciudad de Quito en respuesta a su propio modelo social, económico y político local. Del trabajo se concluye que en el caso de la arquitectura moderna de Quito el desarrollo teórico, tecnológico y morfológico comienza a establecerse a fines de la década de los treinta, y sienta las bases de una modernidad que se analiza a través de un cambio en el comportamiento, como lo describe Echeverría y, sobre todo, porque se hacen presentes elementos materiales claramente identificables de la modernidad, como lo propone Harvey.

Palabras clave: arquitectura, modernidad, Quito

ABSTRACT

The architectural texts that study modernity in the city of Quito are mostly a collection of buildings or authors and descriptions of their works, and because of this, they do not contribute to an understanding of how modernity was represented into the city. Consequently, there is a



lack of work that addresses the facts that influenced how the manifestations and expressions of modernity materialized both in society and the architecture of the city. This article makes a chronological review, intertwining the historical facts of Ecuador from the political, the economics and social, to explain the reasons for how the foundations of modernity were laid in the city of Quito. The explanation is made within a frame of understanding of modernity from the views of authors such as Bolívar Echeverría and David Harvey, proposing an analysis of the historical particularities of the country and the city. For this the growth of the city is analyzed, identifying the representative expressions architectural and evidencing the moments in which the foundations of modernity were presented and developed particularities that were manifested in the city of Quito in response to its own social, economic and political model. The work concludes that in the case of the modern architecture of Quito the theoretical, technological and morphological development begins to be established at the end of the thirties, laying the foundations of a modernity that is analyzed through a change in behavior, as described by Echeverría and, above all, because clearly identifiable material elements of modernity are present, as proposed by Harvey.

Keywords: architecture, modernity, Quito

ANTECEDENTES

La bibliografía existente que podría definir los períodos de la arquitectura moderna en la ciudad de Quito es limitada y no llega a una conclusión definitiva sobre cómo definir la modernidad (Benavides Solís, 1995; Moreira y Álvarez, 2004; I. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2004). Es en la actualidad cuando el estudio de la arquitectura moderna de Quito se ha ampliado y la han retomado investigadores de varias universidades del país. Cabe mencionar que los esfuerzos que se están realizando están encaminados a la recopilación de información y la creación de

fondos de información en trabajo conjunto con autores de reconocido renombre en la profesión.

Paralelamente, el Instituto Metropolitano de Patrimonio del Municipio de Quito está trabajando en la identificación y la posterior catalogación de bienes que serán patrimonizados y que pertenecen a lo que se ha llamado “Arquitectura contemporánea del siglo XX” (Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, s/f). Así, se han preidentificado 125 bienes que pertenecen a este período; sin embargo, no existe una metodología clara que respalde por qué dichos bienes fueron escogidos y forman parte del posible inventario. El actual responsable del inventario patrimonial, máster en ciencias arquitecto Jesús María Loor, acepta que la entidad municipal no cuenta con una herramienta de análisis o reconocimiento de los valores propios de la modernidad en la arquitectura de la ciudad, debido a la falta de bibliografía de respaldo, por lo que han recurrido a la contratación de una consultoría que realice dicho estudio (Loor, 2017).

Entre los años 2018 y 2019 el Instituto Metropolitano de Patrimonio, en cooperación con el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, el DCOMOMO Ecuador y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, ha hecho varias convocatorias con el fin de socializar los criterios de valoración para la elaboración del inventario de la arquitectura moderna del Distrito Metropolitano de Quito. En su última convocatoria, del 17 de septiembre de 2019, se presentó el alcance de la ficha de levantamiento de información que, más allá de la información técnica, en la sección 2, “Caracterización de la obra”, se han identificado tres “ismos” bajo los cuales se pretende encasillar las obras seleccionadas: Racionalismo, Funcionalismo y Organicismo. En la fase del conversatorio de dicha socialización, en una de las conclusiones de los ponentes/representantes de las instituciones a cargo del trabajo de inventario, se aceptó que no se cuenta con las herramientas necesarias para determinar aún la caracterización de las obras en cuestión, ni de un estudio que permita una identificación temporal de las fases de la modernidad en la ciudad.

En Latinoamérica los estudios de arquitectura moderna tampoco toman el caso del Ecuador como referencia. Es importante destacar que en muchos casos relevantes e históricos de la arquitectura moderna latinoamericana se evidencia la influencia de los postulados de los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM) y los trabajos que Le Corbusier realizó en diferentes países, como Colombia, Brasil o Argentina, en los cuales se pueden encontrar referencia claras a través de sus colaboradores locales, ya que varios de ellos fueron colaboradores del mismo Le Corbusier, como los colombianos Rogelio Salmona y Germán Samper, quienes trabajaron en el Atelier 35 en París, así como el uruguayo Antonio Bonet, u Óscar Niemeyer, que colaboró en el diseño del edificio de las Naciones Unidas, o Amancio Williams, quien colaboró en el diseño y la ejecución de la Casa Curutchet en La Plata, Argentina (Esteban Maluenda, 2016).

Al analizar brevemente a los grandes exponentes de la arquitectura latinoamericana,¹ o al menos los más conocidos, sobresale inmediatamente la gran influencia europea en ellos, sea porque nacieron en Europa o estudiaron o trabajaron en su primera etapa profesional en algún país europeo. De modo adicional a los ejemplos ya nombrados se puede destacar a Lina Bo Bardi, de Brasil, quien trabajó con Bruno Zevi, o a Emilio Duhart, quien estudió con Walter Gropius y posteriormente, por recomendación de este, trabajó con Le Corbusier en el proyecto de Chandigarh. Casos menos directos, pero sí evidentes, son las influencias de Frank Lloyd Wright o Mies van der Rohe en otros autores latinoamericanos, posiblemente debido a esta relación más estrecha con Europa. (Esteban Maluenda, 2016).

Más allá de la influencia de Le Corbusier y los principios del CIAM, los estudios de la modernidad en la arquitectura en Latinoamérica se han centrado alrededor de personajes y obras de es-

tos, así como en su influencia en el desarrollo en la arquitectura local; sin embargo, ninguno de estos textos incluye el caso de Ecuador o de Quito. En los reconocidos estudios teóricos de Roberto Segre, Cristian Fernández Cox o Marina Waisman, entre otros, se hace énfasis en sus países de origen y se hacen análisis contextuales tomando en cuenta los grandes países latinoamericanos; la realidad es que tampoco en estos textos se analiza la situación del Ecuador.

Por otro lado, entre los trabajos que abordan el análisis de la arquitectura moderna de Quito se pueden identificar tres tipos de textos: los recopilatorios, los descriptivos y las guías. Los *recopilatorios* son en su mayoría realizados por el extinto Fondo de Salvamento del Municipio de Quito, que recogen diferentes autores y diferentes enfoques y carecen de un planteamiento teórico y hasta narrativo. De los documentos *descriptivos* se pueden identificar tres libros: *Arquitectura de Quito 1915-1985*, de Rubén Moreira y Yadhira Álvarez, publicado por el Colegio de Arquitectos del Ecuador y Trama Ediciones; *Quito 30 años de arquitectura moderna*, publicado por la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica y Trama Ediciones,² y *Arquitectura del siglo XX en Quito*, de Jorge Benavides Solís, publicado por el Banco Central del Ecuador. En el caso de las *guías* se pueden destacar dos: *Ciudad de Quito*, guía de arquitectura del municipio de Quito y la Junta de Andalucía³ y la *Guía arquitectónica de Quito*, de Rolando Moya y Evelia Peralta.

Después de la revisión y el análisis de los textos se puede concluir que su desarrollo se basa en dos criterios: selección de arquitectos destacados (conocidos por los autores), o selección de obras destacadas. En ninguno se establece cuál fue la

1. Ana Maluenda, en *La arquitectura moderna en Latinoamérica*, hace una revisión de dieciocho autores latinoamericanos trascendentes, e identifica que el 45% de ellos nació o estudió en Europa, sin considerar los que trabajaron en Europa o murieron allá. Es decir, la influencia europea en la arquitectura moderna latinoamericana es evidente (*La arquitectura moderna en Latinoamérica*, 2016, p. 8).

2. El encargado de la selección de las obras que se publican tanto en el libro *Arquitectura de Quito 1915-1985*, como en *Quito 30 años de arquitectura*, es Rubén Moreira (1939-2018). Aun cuando Moreira fue una de las figuras más importantes en el desarrollo del estudio de la historia y la teoría de la Arquitectura del Ecuador, el criterio de selección de los autores y sus obras puede cuestionarse si se considera que en el libro de su autoría incluye obras personales y de otros autores que no fueron realizadas en la ciudad de Quito (Moreira y Álvarez, 2004, pp. 68, 69, 167, 207).

3. La selección de las obras de esta guía también estuvo a cargo de Rubén Moreira.

metodología de selección de las obras o de los arquitectos que forman parte de las publicaciones; nuevamente se evidencia la ausencia de un enfoque teórico o metodológico en la selección. Queda tácitamente establecido que la importancia social de la edificación o el reconocimiento gremial o personal de sus autores es el criterio de reconocimiento para ser parte de la selección.

Es importante destacar la aproximación de Benavides Solís, que pretende dejar de lado la organización cronológica o selección de autor como parte de la explicación e identificación de la modernidad en Quito y su expresión en la arquitectura de la ciudad; sin embargo, termina igualmente identificando autores y obras sin proponer una metodología o explicación de por qué las obras consideradas son relevantes o representativas.

Asimismo, es importante señalar que los textos, cuando hablan de arquitectura moderna, coinciden en ciertas fechas y establecen una franja de tiempo entre la década de los cuarenta⁴ y la década de los ochenta, como la etapa principal de la expresión de la modernidad en la arquitectura; en todo caso, de ninguna manera se analiza o se considera la expresión de la modernidad como objeto de estudio.

En ese contexto hay que destacar que la recuperación, la significación y la valoración del patrimonio moderno han sido conducidas por algunas iniciativas que actualmente se están llevando a cabo en ciertos países. En Holanda, por ejemplo, se creó el DOCOMOMO, organización líder a escala mundial en conservación de la producción cultural moderna; este esfuerzo internacional evidencia la urgencia de valoración y recuperación de este legado; desafortunadamen-

te, este movimiento aún no se ha consolidado en el Ecuador, en ese sentido consideramos que la carencia de un estudio crítico y significativo de la arquitectura de esta etapa ha llevado a que no se la identifique, no se la valore y, como consecuencia, a que no se la proteja en el país.

Existen indicios de que lo anterior puede cambiar; parte de este movimiento tiene que ver con la existencia de DOCOMOMO Ecuador (DOCOMOMO, 2017), institución que en su página *web* expone un conjunto de puntos a ser analizados en una obra y expone ciertas fichas de catalogación de varias obras que han sido examinadas. La metodología expuesta responde al formato utilizado en los análisis que la organización ha elaborado en algunas partes del mundo, tomando en cuenta un amplio espectro de puntos a considerar, pero que en su mayoría son de carácter descriptivo. Se destaca como punto central de la valoración la utilización de la tecnología del hormigón armado en las obras, y a partir de ahí la calificación de moderna. Si bien esta tecnología es un eje fundamental comúnmente aceptado, no es suficiente, por no aportar a la particularidad que significan las obras de la modernidad en la ciudad. Adicionalmente, los casos presentados forman parte de ejercicios de análisis realizados en un programa de maestría local, de tal manera que, si bien se sigue un procedimiento estructurado de análisis, no se expone la razón en la selección de las obras consideradas, lo que corrobora lo señalado en el presente artículo acerca de que no existen textos de análisis arquitectónico de obras locales de este período con ningún nivel de aproximación, sea conceptual o sea de representación.

De esta manera se pueden establecer varias preguntas como premisa del desarrollo del presente artículo. ¿Cómo se puede explicar conceptualmente el inicio de la modernidad y cómo se presentó esta en la ciudad? ¿Cuáles son los elementos generales que permiten identificar a la modernidad en la arquitectura de Quito? ¿Cuáles son las bases históricas que justifican la presencia de la modernidad y cómo fue su expresión modernista?

4. Tanto en *Quito 30 años de arquitectura moderna*, donde se incluye un relato de Sixto Durán Ballén acerca de los inicios de la arquitectura moderna de la ciudad, como en *Arquitectura de Quito 1915-1985*, de Moreira y Álvarez, se identifican hechos coincidentes que podrían marcar el inicio de las primeras expresiones modernas en la arquitectura de Quito: la llegada del funcionalismo a las edificaciones a través de la ejecución del Plan regulador de Quito a cargo de Odriozola, Gatto Sobral, Bonino y Altamirano; la presencia de varios arquitectos europeos que se destacaron, como Khon, Glass, Etwanick y Rotta, y la fundación de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Central del Ecuador, todos estos hechos en la década del cuarenta.

El presente estudio parte de la propuesta de una definición de la modernidad en su ámbito más general, para el entendimiento de cuáles fueron sus momentos históricos como un marco referencial, desde un enfoque teórico que ayude a explicarla y a partir de ahí establecer cuáles fueron sus características conceptuales particulares y cómo estas se presentaron y se expresaron en la ciudad de Quito y su arquitectura.

BASES DE LA MODERNIDAD EN LA CIUDAD DE QUITO. LA PROTOMODERNIDAD

¿Qué es la modernidad?, es la premisa que Bolívar Echeverría intenta explicar en su famoso ensayo en el cual afirma que “la modernidad es la característica determinante de un conjunto de comportamientos...” (2009, p. 7) que, a decir de él mismo, intentan sustituir los comportamientos tradicionales de una sociedad.

Echeverría señala:

Tomados así, como un conjunto en el que todos ellos se complementan y fortalecen entre sí, ya de entrada estos fenómenos modernos presentan su modernidad como una tendencia civilizatoria dotada de un nuevo principio unitario de coherencia o estructuración para la vida social civilizada y para el mundo correspondiente a esa vida; de una nueva “lógica” que se encontraría en proceso de sustituir al principio organizador ancestral, y desde la que este se percibe como obsoleto y se tolera como “tradicional” (Echeverría, 2009, p. 8).

Coincidente con esta explicación Sigmund Freud (analizado por Bauman en *La posmodernidad y sus descontentos*, 1997) afirmaba con anterioridad que la modernidad es un asunto de belleza, limpieza y orden, pero desde una visión unificadora que obliga al ser humano a adoptar comportamientos distintivos que ponen en entredicho a los tradicionales. Echeverría amplía su explicación con una descripción de las características de la modernidad en tres puntos principales: la técnica científica, la secularización de lo político

y el individualismo, aspectos que se abordarán más adelante.

Por su parte Echeverría (2009) afirma que la modernidad está ligada al proceso de mestizaje, aspecto en el que coincide con Cristian Fernández Cox (1991); es decir, las primeras manifestaciones modernistas se producen con posterioridad a la conquista, cuando Latinoamérica sufre la imposición cultural por parte de los países europeos, principalmente de España.

Tiene sentido esa afirmación, ya que en principio los pueblos indígenas americanos fueron sometidos a un proceso de unificación que abarcó todos los niveles de su estructura social, política y económica, sin considerar las condiciones existentes. En su libro *América Latina en su arquitectura*, Roberto Segre (1975) cita a Fernando Chueca al afirmar a la arquitectura como uno de los tres grandes legados que se heredó de España en el proceso de la colonia. Sin embargo, es importante destacar que no todo lo producido desde la época de la conquista debe ser entendido como expresión moderna, al menos no en el caso de la Arquitectura, ya que la afirmación compartida de Echeverría y Fernández Cox se refiere al proceso mismo de modernidad como estructura de pensamiento, más no como expresión modernista.

De acuerdo con Treviño Moreno (2000), el pensamiento moderno podría dividirse en tres etapas, tomando como principio los sucesos desde el Renacimiento, que en el caso de Latinoamérica están marcados por la conquista, como afirman Echeverría y Fernández Cox. La primera etapa, que empieza con el rompimiento del pensamiento medieval, que marca grandes cambios sobre todo en lo humanístico con la introducción de los textos de la cultura griega y latina; dentro de esta primera etapa, de más de un siglo de duración, se debe mencionar los cambios políticos producidos por las propuestas reformistas de Lutero, que marcan el inicio de la independencia, al menos en Europa, de la hegemonía del catolicismo. Tal vez el impacto más importante del pensamiento fue en lo científico, aunque demoró en materializarse, pero se cambia el modelo puramente metafísico y se da paso a

un mundo regido por la química-física-biología; en lo cultural se destaca la etapa de la conquista y colonización de otros continentes por parte de las monarquías europeas, lo que da lugar a la consolidación de Estados monárquicos de la mano de la explotación de las materias primas de los territorios conquistados.

En la segunda etapa se consolida el pensamiento racional de la mano de los postulados de René Descartes (1586-1650) y otros filósofos, y se estableció lo que conocemos como la Ilustración. En este surgimiento se profundiza el método científico, que dio paso al aporte de otros grandes pensadores como Spinoza o Leibnitz, y llegó a su punto más alto un siglo después con los aportes al conocimiento de Isaac Newton. Sin embargo, es con Kant cuando el pensamiento empírico y el racional tienen un punto de encuentro y unifican el pensamiento occidental y, a partir de este punto, se podría decir que se ha consolidado una nueva cultura de la modernidad, de acuerdo con Treviño Moreno (2000). En lo político, se consolida el Estado monárquico absoluto a partir del vínculo entre la aristocracia y la iglesia, hecho que se profundizó en los territorios conquistados, especialmente en América. Este progreso del conocimiento racional se extiende por todos los territorios y da paso por un lado a la extensión del conocimiento en todos sus niveles, que se constituye en la cimentación de la etapa industrial, y por otro a la secularización de la sociedad, al poner como centro del pensamiento la razón por sobre la fe (Treviño Moreno, 2000), que fue la base del pensamiento utópico propio de la Ilustración.

La tercera etapa está marcada por varios hechos que determinaron el nacimiento del estado moderno, con fundamento en los pensamientos de Hegel y Marx, que dieron paso a las grandes revoluciones sociales, particularmente la francesa, que marca el inicio del fin de las monarquías y la separación de la iglesia de los Estados. Aun cuando varias monarquías europeas se reestablecieron durante el siglo XIX, la base de pensamiento en que se asentaban estaba ya desgastada y terminaron de extinguirse hacia la Primera Guerra Mundial, con la revolución bolchevique

(Treviño Moreno, 2000). Es así como el aparato industrial europeo, alimentado por la explotación de recursos primarios de los territorios conquistados, consolida el modelo del capital y del poder burgués a lo largo de todo el siglo XIX y provocó el crecimiento de las grandes urbes, que nacieron precisamente en el cambio de modelo de intercambio entre el campo y la urbe.

Esto llevó al surgimiento de nuevas necesidades sociales y de infraestructura, que es donde nace la ciudad industrial (Aymonino, 1972); se establece de esta manera el pensamiento de progreso dentro de la maquinaria social sostenida principalmente en la ciencia y la tecnología (Treviño Moreno, 2000).

Ya en términos de expresión modernista como tal, David Harvey (1990) hace un análisis de la modernidad, y toma como base lo expresado por Charles Baudelaire, quien la definió en 1863 como: “la modernidad es lo efímero, lo veloz, lo contingente; es una de las mitades el arte, mientras que la otra es lo eterno y lo inmutable” (Harvey, 1990, p. 25). Para Harvey el concepto de la destrucción creadora es fundamental para el entendimiento de la modernidad, desde los principios establecidos por Nietzsche hasta las ideas desarrolladas por Schumpeter, donde la figura del capital como motor de los hechos económicos y sociales es la base fundamental de la producción cultural.

Por lo tanto, es importante tener en cuenta que el modernismo que apareció antes de la Primera Guerra Mundial fue más una reacción a las nuevas condiciones de producción (la máquina, la fábrica, la urbanización), circulación (los nuevos sistemas de transporte y comunicaciones) y consumo (el auge de los mercados masivos, la publicidad y la moda masiva) que un pionero en la producción de esos cambios (Harvey, 1990, p. 39).

De esta manera se identifica la urbanización (y por consiguiente todos sus componentes, entre ellos los objetos arquitectónicos) como una de las manifestaciones de la modernidad en respuesta

a los nuevos modos de producción⁵ (Aymonino, 1972); resulta imprescindible identificar cuando estos cambios se produjeron en el Ecuador como premisa de la modernización de la ciudad de Quito y, por tanto, identificar las primeras manifestaciones modernas.

Está claro que estas influencias y transferencias se produjeron en el país siempre de manera tardía, siempre en respuesta natural a la velocidad en que la información, la tecnología y el conocimiento mismo llegaron al territorio ecuatoriano.

Se pueden identificar dos momentos importantes en los orígenes de la modernidad en el país: primero, la caída del estado oligárquico terrateniente a finales del siglo XIX, como consecuencia de las políticas que procuraron la modernización del Estado ecuatoriano promulgadas por el presidente Gabriel García Moreno que, por cierto, se establecieron en un contexto de contradicción de principios que terminó provocando la etapa liberal ya entrando al siglo XX. Como narra Enrique Ayala Mora en su *Resumen de la historia del Ecuador*⁶:

El programa garciano descansó sobre una contradicción. Por una parte, impulsó la modernización y consolidación estatal, estimuló la producción y el comercio, desarrolló la ciencia y la educación; por otra, impuso una ideología reaccionaria excluyente y represiva, con la dictadura clerical terrateniente (Ayala Mora, 2008, p. 30).

Ayala Mora (2008) destaca que una de las inversiones más importantes realizadas por el plan de García Moreno fue en el campo de la educación, así se crearon entre otros la Escuela Politécnica Nacional, el Observatorio Astronómico, el Colegio San Gabriel y el Teatro Sucre (tabla 1).

5. En *Orígenes y desarrollo de la ciudad moderna* (1972), C. Aymonino hace un análisis de la ciudad industrial y establece como una de las principales razones de su surgimiento la disolución de las antiguas relaciones económicas de propiedad de uso del suelo provocada principalmente por la influencia de la industria en el campo más que en la urbe, sobre todo por la modernización de las actividades agrícolas; si bien este efecto no fue el mismo en todos los países, sí provocó nuevos intercambios comerciales en todos y en todas las urbes.

TABLA 1

Extracto de obras realizadas en la ciudad de Quito entre los años 1820-1922

Años	Obra	Constructor
1832-1866	Casa de la Moneda	
1838	Colegio Militar	
1847	Palacio de Gobierno	
1869-1875	Hospicio	F. Schmidt
1869-1875	Panóptico	Thomas Reed
1870	Escuela Politécnica Nacional	Padre Menten
1872	Colegio San Gabriel	
1873-1892	Observatorio Astronómico	P. Menten, Dressel
1880-1887	Teatro Sucre	F. Schmidt
1884-1910	Escuela de Artes y Oficios	F. Schmidt
1893	Seminario Mayor	F. Schmidt
1895-1897	Alumbrado público	
1897	Inicio construcción ferrocarril Quito-Gye	Arcehr Harman
1897-1904	Mercado de Santa Clara	F. Schmidt y Pérez
1897	Colegio Mejía	
1899	Maternidad	F. Schmidt
1900	Conservatorio Nacional de Música	
1900-1913	Hospital Militar	F. Schmidt
1901-1924	Instituto Normal Juan Montalvo	
1908-1920	Estación del Ferrocarril Quito	P. Aulestia
1914	Liceo Fernández Madrid	P. Aulestia
1914-1924	Edificio de los Correos	Ag. Ridder
1914	Normal Manuela Cañizares	E. Adler
1914	Tranvías eléctricos	
1915	Escuela Municipal Espejo	P. Aulestia
1917	Teatro Variedades	
1917-1936	Círculo Militar	
	Biblioteca Nacional	F. Durini
1922	Escuela de Bellas Artes	P. Aulestia
1922	Escuela 24 de mayo	

Fuente: Del Pino, 1993, pp. 121-122. Elaboración propia.

Para la concepción, planificación y posterior construcción de todas estas edificaciones había una gran carencia de profesionales nacionales

que pudieran enfrentar dicho encargo, de manera que se recurrió a expertos extranjeros, tales como Antonio Russo (1889-1967), Lorenzo Durini (1955-1909) y Francisco Durini (1880-1970), todos de origen italiano, y Pedro Brüning (1886-1936), de origen alemán. En el caso de figura locales relevantes como Pedro Aulestia (1881-?), o más tarde Luis Felipe Donoso (1899-1977), se formaron en Italia y Francia respectivamente (Del Pino, 1993).

La etapa garciana resultó fundamental para el desarrollo sociopolítico del Estado ecuatoriano, tanto como un proyecto de consolidación de la estructura del Estado como reactivo fundamental para la etapa de la revolución liberal de fines del siglo XIX e inicios del siglo XX; posteriormente, bajo la presidencia de Eloy Alfaro, se consolida el modelo económico agroexportador, impulsado por la producción en la costa de los exportadores de cacao, que juntaron su poder económico alrededor de Guayaquil. Si bien este modelo mantuvo y reafirmó el regionalismo, que además sectorizó los diferentes productos, también logró articular un proyecto unificador de país que Ayala Mora denomina el “proyecto nacional mestizo” (Ayala Mora, 2008, p. 32).

Es en esta etapa de la revolución liberal (1895-1912) cuando se producen los cambios más profundos; resulta oportuno retomar lo propuesto por Harvey (1990) respecto de que el modernismo previo a la Primera Guerra Mundial fue consecuencia de nuevas formas de producción, circulación y consumo. Dentro de los principales cambios en el Ecuador encontramos que el ferrocarril permitió comunicar la sierra con la costa y se transformó en principal medio de transporte nacional, se consolidó la producción agrícola como motor fundamental de la economía y se complementó con el surgimiento de una creciente clase productiva dedicada a la comercialización de la gran producción agrícola, lo cual modificó las formas de consumo de la sociedad. Por tanto, se puede afirmar que el inicio del Estado moderno arranca con las políticas de García Moreno en la segunda mitad del siglo XIX y termina consolidándose y materializándose en el proyecto liberal de inicios del siglo XX.

LA DIMENSIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA COMO BASE DE LA MODERNIDAD EN LA CIUDAD DE QUITO

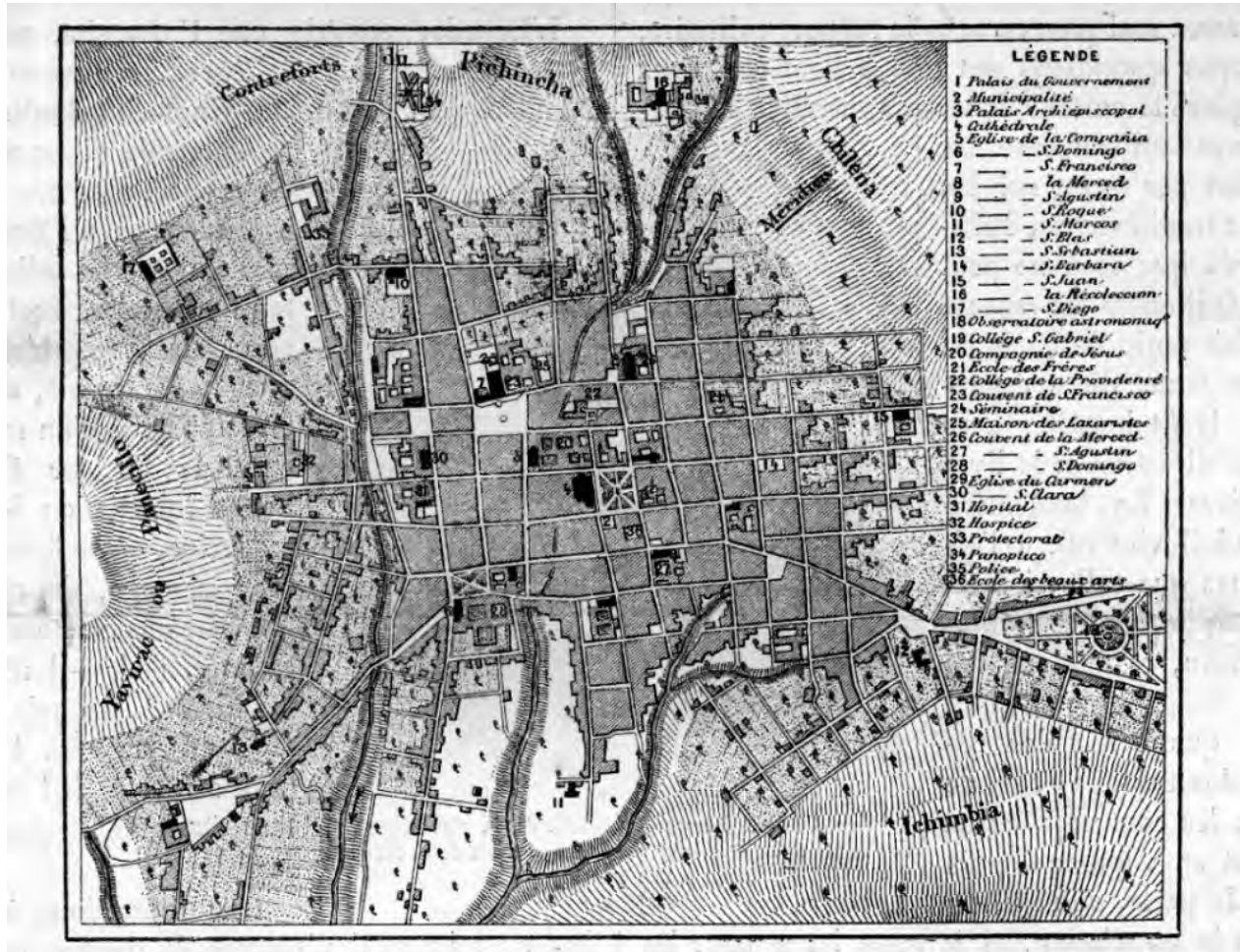
Tomando como base las características de la modernidad como las define Echeverría (2009), el primer punto es el de la *técnica científica*, donde resalta la confianza del ser humano en el uso de la razón como base de pensamiento, dejando de lado a la metafísica; a partir de ahí se empieza a desarrollar todo lo medible, tanto de la naturaleza como del mundo social; de esta manera se confirma la ciudad como base fundamental del hombre moderno, donde se desarrolla precisamente el progreso técnico.

Para el caso del Ecuador esta fase se constituye durante el período en que se forman varias empresas que aportan al desarrollo de la sociedad en todos los niveles; se destaca la actividad de telecomunicaciones, la empresa de ferrocarriles, que se inaugura hacia 1908 y termina con el aislamiento de Quito, se crea la empresa Cemento Nacional, alcantarillado, agua potable y luz eléctrica (tabla 1). De esta manera se responde a la creciente migración interna que principalmente se produjo hacia las tres grandes ciudades del Ecuador: Quito, Guayaquil y Cuenca. Hay que destacar que el crecimiento de la ciudad de Quito fue más lento en comparación con Guayaquil, que se transformó en el principal polo económico del país.

Como se puede apreciar en los mapas de Quito de 1883 (imagen 1) y de 1903 (imagen 2), el crecimiento no es realmente notorio. Guayaquil superaba los 70,000 habitantes mientras Quito superaba los 50,000 (I. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2004). El crecimiento de la ciudad fue sostenido hasta los años veinte, pero a partir de la consolidación del proyecto liberal es cuando se nota el crecimiento de la ciudad. Esta etapa está marcada por el control político de las oligarquías liberales y el crecimiento del aparato burocrático.

Posteriormente, el crecimiento de la urbe costeña se vio truncada con la crisis de la industria del cacao, que era la base económica de la región, debido a sendas plagas que afectaron las plan-

IMAGEN 1
Mapa de Quito, 1883



Fuente: I. Municipio de Quito (2017). Disponible en: <http://sthv.quito.gob.ec/archivo-historico>.

taciones y la crisis de posguerra de los países europeos, lo que resultó en un creciente deterioro de las condiciones económicas, que fueron principalmente trasladadas a los trabajadores. De esta manera se produce una revuelta de la clase trabajadora de la costa que culmina con la matanza conocida como el “Bautizo de Sangre” en las calles de Guayaquil (I. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2004).

La crisis del crecimiento económico en la costa tuvo un efecto en Quito como urbe que empezó a consolidar su dinámica económica alrededor de su condición de centro político, además de la influencia de la conexión comercial que provocó el ferrocarril, cuya estación ya aparece en el

mapa de la ciudad de 1914 (imagen 3); asimismo, el trazado de la ciudad empieza a trascender el parque de la Alameda hacia el norte.

Carlos Maldonado⁶ (*La arquitectura de Quito en la época republicana*, 1993) describe esta etapa de la siguiente manera:

La construcción del ferrocarril de Guayaquil a Quito, terminado en 1909, determinó un aumento

6. Maldonado describe brevemente la crisis de la arquitectura tradicional, principalmente causada por la influencia internacional, que viene introduciendo nuevas tecnologías y que aún no encuentra una expresión particular, más bien interviene en los modelos tradicionales que en la época se encontraban revisando los modelos clásicos, pero desarrollados con nuevos materiales insertados en modelos constructivos tradicionales.

IMAGEN 2
Mapa de Quito 1903



Fuente: I. Municipio de Quito (2017). Disponible en: <http://sthv.quito.gob.ec/archivo-historico>.

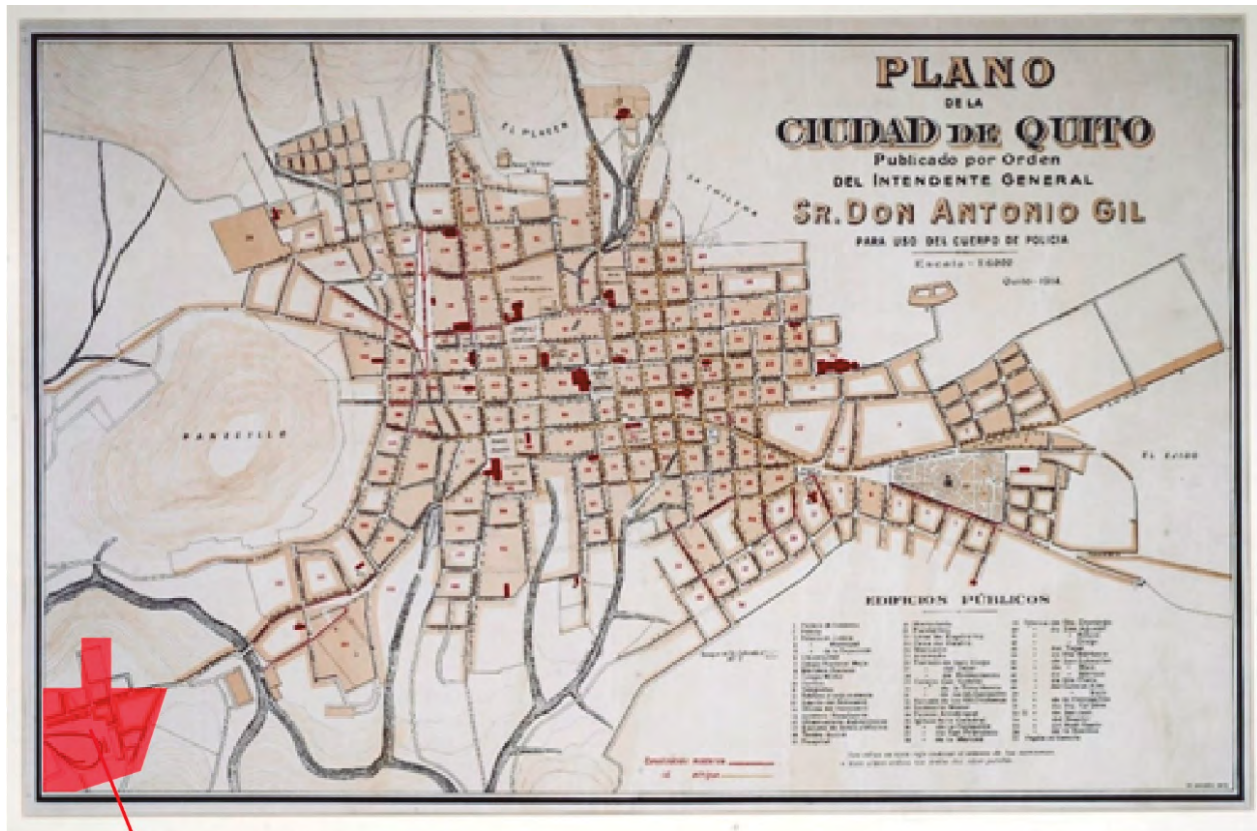
notable del comercio entre la sierra y la costa y una concentración mayor de la población en los centros urbanos servidos por dicho ferrocarril. Especialmente se aceleró el crecimiento de las dos ciudades terminales de la vía, es decir, Quito y Guayaquil. En Quito, las antiguas residencias coloniales comenzaron a convertirse en casas de alquiler y las familias acomodadas empezaron a establecerse en nuevos barrios trazados hacia el norte de la ciudad. En estos barrios se empezaron a construir residencias unifamiliares rodeadas de jardines imitando los “barrios-jardines” de Inglaterra y las casas campesinas o “chalets” de Suiza y Francia; pero dentro de las técnicas constructivas tradicionales del país (Maldonado, 1993, p. 146).

Como se puede ver en el mapa de Quito del 24 de mayo de 1922 (ver imagen 4) ya se identifican el barrio La Magdalena al sur del Panecillo, el barrio América y el barrio La Mariscal hacia el norte, tal como lo describe Maldonado. De esta manera, se evidencia la influencia del ferrocarril como generador de las nuevas dinámicas comerciales y de comunicación en una ciudad que demoró décadas en crecer y que pasa a casi duplicar su superficie planificada en menos de diez años.

A manera de resumen, Inés del Pino (1993) hace un registro de las edificaciones más importantes construidas en la ciudad desde la época republicana hasta 1922 donde se puede evidenciar claramente cómo desde la época garciana (1869-1893) se empieza a invertir en la infraestructura estatal, educativa, científica y religiosa, caracte-

IMAGEN 3

Mapa de Quito 1914, señalando la estación del tren



Estación de Tren

Fuente: I. Municipio de Quito (2017). Disponible en: <http://sthv.quito.gov.ec/archivo-historico>. Elaboración propia.

IMAGEN 4

Mapa de Quito 1922, señalando los barrios: La Magdalena, América y La Mariscal



La Magdalena

Barrio América

La Mariscal

Fuente: I. Municipio de Quito (2017). Disponible en: <http://sthv.quito.gov.ec/archivo-historico>. Elaboración propia.

rística del modelo; en contraste y en respuesta se ve cómo la inversión en el área del desarrollo social en la época de la revolución liberal (1895-1912) se expresa en las edificaciones de comunicación, educación laica y otras edificaciones de desarrollo cultural, expansión de la ciencias e infraestructura que se pueden apreciar en la tabla 1.

No podemos pasar por alto que en la lista elaborada por Inés del Pino no se identifica una de las edificaciones emblemáticas de la época, el Mercado de Santa Clara,⁷ diseñado por Francisco Schmidt y Gualberto Pérez. La estructura de este edificio fue importada desde Hamburgo, Alemania, en el año 1899, y su construcción duró hasta el año 1904, cuando fue inaugurado. Es importante hacer esta aclaración, ya que el Mercado de Santa Clara fue la primera construcción en estructura de acero construida en la ciudad (Colegio de Arquitectos del Ecuador Provincial (CAE-P), 2017). Asimismo, es importante señalar el Pasaje Royal como una de las primeras manifestaciones de cambio morfológico en las construcciones, ubicado en el Centro Histórico, el edificio fue concebido para oficinas y comercio y no para vivienda (Benavides Solís, 1995), además de ampliar las aperturas en planta baja con el fin de albergar las primeras vitrinas comerciales, como una influencia directa de los pasajes comerciales de Europa, tal como las describía Walter Benjamin en su libro de los pasajes (imagen 5).

IMAGEN 5

Pasaje Royal. Foto tomada entre 1915 y 1925



Fuente: Pasaje Royal. Foto tomada entre 1915 y 1925, autor desconocido. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (2015). Disponible en: <http://www.fotografianacional.gob.ec/web/en/galeria/element/7971>.

En la lista tampoco aparece el Palacio de la Exposición Nacional de 1909 (imagen 6), actual Ministerio de Defensa; este edificio tiene relevancia por un lado por el uso del hormigón armado en las columnas que sostenían la cúpula de acceso,⁸ y por otro lado por su ubicación en la Recoleta, sitio ubicado entre el centro de la ciudad y la estación del ferrocarril de Chimbacalle, y da cuenta

7. El mercado funcionó hasta el año 1980, cuando fue desarmado y se lo reconstruyó en el parque Itchimbía para albergar el actual Centro Cultural Itchimbía, conocido como el Palacio de Cristal. Tanto el Mercado Sur de Guayaquil (Empresa Pública Municipal de Turismo, Promoción Cívica y Relaciones Internacionales de Guayaquil, EP, 2018), como el de Santa Clara de Quito, fueron obras del gobierno liberal e introducen la construcción en acero como expresión importada desde el extranjero. Las similitudes en su reutilización son evidentes y fueron realizadas en épocas similares; sin embargo, creemos que son más una coincidencia conceptual que política, ya que la relación entre las administraciones municipales de las dos ciudades no existe, son más bien independientes.

8. Mauricio Luzuriaga, en su capítulo "Los arquitrómenes de Quito", del libro *Arquitectura de Quito, una visión histórica*, toma una crónica de *El Comercio* que dice: "En el centro, en primer término, se levanta el Pabellón Ecuatoriano. Construido de dos pisos, sus columnas de cemento armado soportan la artística armadura, que corona la cúpula de treinta metros de altura...". Luzuriaga (1993). La cúpula se destruyó posteriormente por un sismo, debido a que su construcción en hormigón, nueva para la época, no era especializada y se ejecutó sin normas técnicas.

de cómo la proyección de la llegada del ferrocarril afectó el crecimiento de la ciudad.

IMAGEN 6

Palacio de la Exposición Nacional de 1909



Fuente: López, 2018. Disponible en: <http://losladrillosdequito.blogspot.com/2015/03/>.

Como se evidencia, los efectos del desarrollo tecnológico en la sociedad quiteña se vieron marcados por la construcción y el funcionamiento del ferrocarril como motor del modelo de intercambio comercial que en primera instancia afectó territorialmente en el crecimiento abrupto de la ciudad a partir de este momento. Sin embargo, este cambio tecnológico no afectó directamente a la arquitectura que, como dice Maldonado (1993), tuvo efectos en su conformación morfológica, mas no en su técnica constructiva. En tal caso, la inclusión de baterías sanitarias y sistemas hidráulicos en las edificaciones es el cambio más importante en las construcciones desde la época de la colonia, sin que esto implique un cambio en la manera tradicional de edificar en la ciudad. El cambio morfológico se produjo una vez que la ciudad trascendió los límites del Centro Histórico y, sobre todo, en el barrio La Mariscal, donde se implantó el modelo de ciudad jardín con retiros aislando las edificaciones (Maldonado, 1993).

LA DIMENSIÓN SECULARIZACIÓN DE LO POLÍTICO COMO BASE DE LA MODERNIDAD EN LA CIUDAD DE QUITO

En segundo término, Echeverría define la modernidad como la *secularización de lo político*; en ese contexto consideramos que la transición del modelo garciano al liberal también evidencia este cambio a través de la proclamación del Estado laico. Las evidencias más claras y simbólicas de este contraste político se pueden ver en la creación y la construcción del Colegio Nacional San Gabriel en la época garciana y, posteriormente, la construcción del Colegio Nacional Mejía, que se considera como la primera institución nacional laica. Sin embargo, esta declaración del Estado laico y la separación con la iglesia como parte del Estado no eliminó la hegemonía del pensamiento católico sobre la cultura y la sociedad quiteñas.

Si bien la construcción de colegios nacionales laicos se multiplicó, también se fundaron instituciones educativas privadas de origen católico que captaron población con recursos económicos y con ello reconcentraron y siguieron formando parte de la sociedad que detenta el poder entre sus manos. Es decir, el Estado separó a la iglesia católica, pero esta no perdió su poder en la sociedad; en ese contexto la clase media ligada al comercio se fortaleció en el ámbito de la política. En lo económico llegó una incipiente industrialización, pero la agroexportación siguió siendo la base económica del país, principalmente del cacao, y marginalmente la producción de arroz, café y caña de azúcar (Ayala Mora, 2008).

A partir de 1925, con el derrocamiento del presidente Cordero por parte de los militares, empieza una nueva etapa de alrededor de dos décadas que, coincidente con la crisis mundial del modelo capitalista de la primera posguerra, llevó a que el país no superara su modelo agroexportador, más bien este se profundizó, pero con una clara diversificación de productos, lo que hizo que su modelo fuera cada vez más dependiente de grupos monopólicos que acapararon la producción nacional.

En ese contexto el Estado ecuatoriano siguió consolidándose en su institucionalización; prueba de esto es la creación del Banco Central por parte del presidente Isidro Ayora, en el año 1928 (Ayala Mora, 2008). De esta manera se fortalecieron los sectores intermedios de comercio, la burocracia estatal y la banca, lo que impulsó el crecimiento urbano de Quito, como se puede ver en el mapa de 1931 (imagen 7), para ese entonces es por lo demás evidente que el trazado trascendió los límites de la avenida Colón, en cuyos límites se asentaron principalmente familias acaudaladas con intereses en los sectores de la industria, el comercio y la política, entre otros (Benavides Solís, 1995).

Esta etapa entreguerras y crisis mundial está marcada por un cambio de pensamiento en la búsqueda de nuevos lenguajes de expresión en todas las esferas del arte, y el de la arquitectura no es la excepción. En el año 1928 se funda el CIAM (Congreso Internacional de Arquitectura Moderna), a través del cual se pretendía hacer frente a los nuevos desafíos que la ciudad debió encarar producto de la revolución industrial y las necesidades de los tiempos modernos; sin embar-

go, estos principios tendrán efecto en la ciudad más adelante.

LA DIMENSIÓN *INDIVIDUALISMO* COMO BASE DE LA MODERNIDAD EN LA CIUDAD DE QUITO

En un tercer término, Echeverría caracteriza la modernidad a través del *individualismo*, entendido como un comportamiento social práctico que presupone que el motor de la realidad humana es el individualismo social y el colectivo. En la etapa posliberal se sentaron las bases de los movimientos sociales y la estructuración del Estado y del bienestar social con el pensamiento liberal. Si bien el poder de Estado se mantuvo en los grupos monopólicos, se emitieron leyes que buscaban encontrar un equilibrio a favor de la fuerza de trabajo. Así, en el año 1937 Alberto Enríquez Gallo emite el Código del Trabajo, entre otras medidas nacionalistas (Ayala Mora, 2008).

La arquitectura de Quito de este período tuvo una expresión ecléctica muy marcada por las nuevas tecnologías, como el hormigón y el acero, ya muy utilizados en los países europeos, pero que no lograban establecerse como técnica

IMAGEN 7

Mapa de Quito 1931, señalando el crecimiento de la ciudad hacia el norte



--- Avenida Cristóbal Colón ■ Crecimiento de la ciudad hacia el norte

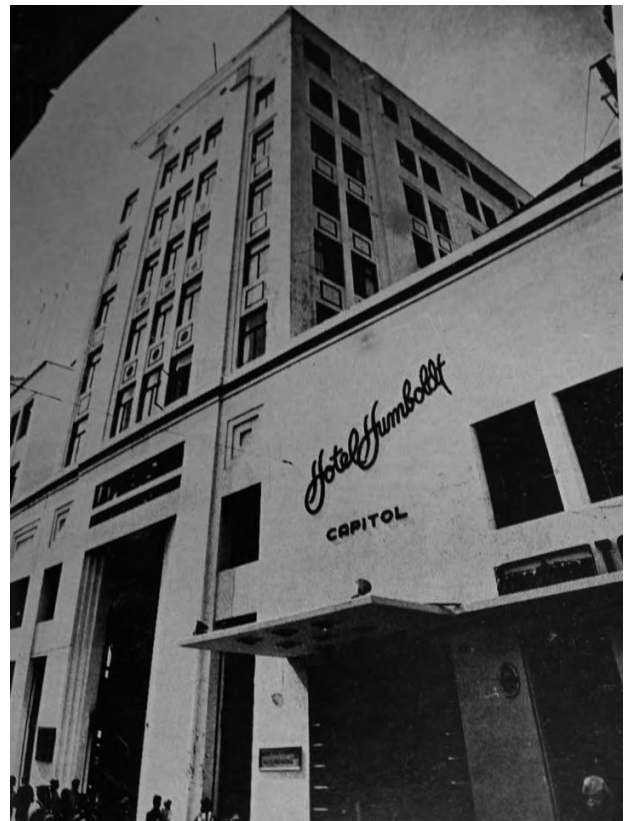
Fuente: I. Municipio de Quito (2017). Disponible en: <http://sthv.quito.gob.ec/archivo-historico>. Elaboración propia.

constructiva primordial, más bien empezaron a introducirse en las edificaciones a través de la construcción de dinteles (González, Sosa y Merino, 1993). Por otro lado, los profesionales extranjeros acaparaban los trabajos, que principalmente eran financiados por las personas acaudaladas. Incluso llegaron a ser reconocidos a escala nacional con la “Orden Nacional al Mérito”; ejemplo de lo anterior son los arquitectos Vinci y Durini.

Las referencias y la formación de quienes ejercían la profesión en esta época no ejercieron un impacto en la técnica y la tecnología, más bien fueron imposiciones formales y decorativas que llegaron a romper con la continuidad que se había iniciado desde la llegada de los españoles y que había alcanzado ciertos rasgos particulares que, si bien se pueden considerar mestizos, hacían muy clara la diferenciación cultural (Benavides Solís, 1995) para el caso de Quito. Es hacia finales de la década de los treinta cuando aparece en Quito el banco La Previsora, posteriormente hotel Humboldt, que se conoce como uno de los primeros edificios de hormigón armado, diseñado en Estados Unidos por la empresa Hopkins y Dentz y el ingeniero Alberto Mena Caamaño (imagen 8). Se terminó de construir el edificio en el año 1939 (I. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2004).⁹

IMAGEN 8

Edificio del banco La Previsora, posteriormente hotel Humboldt



Fuente (López, 2018). Disponible en: <http://losladrillosdequito.blogspot.com/2018/04/palacio-de-comercio-edificio-la.html>.

Mies van der Rohe, en su artículo “Arquitectura y modernidad”, publicado en 1924,¹⁰ aseguraba que las edificaciones son impersonales por naturaleza, y que más bien son el símbolo de una época. De esta manera justificaba la inutilidad del uso de las formas del pasado y reivindicaba el pensamiento laico de esos tiempos. Evidentemente, la arquitectura, una vez que empezó a aportar como expresión de la modernidad, hizo exactamente lo contrario de lo postulado por Mies. Es precisamente a través de las individualidades que la modernidad empezó a expresarse en arquitectura. Así lo demuestra la estructura del Congreso

9. Este edificio es conocido como el banco La Previsora, ya que albergó a este una vez que dejó de funcionar como hotel. No existe un estudio que determine cuál es el primer edificio hecho de hormigón armado en la ciudad; sin embargo, se identifica el hotel Humboldt como uno de los dos primeros de que se tiene registro. El otro edificio es la Antigua Caja de Pensiones (Maldonado, 1993).

10. El artículo está publicado en el libro *Los hechos de la arquitectura* (Pérez Oyarzún, Aravena y Quintanilla Chalá, 2002). Se refiere precisamente al pensamiento y el significado de la arquitectura moderna.

Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), que basó sus postulados y su difusión en sus figuras rutilantes. Al igual que la búsqueda de las vanguardias en las artes que nació a principios de siglo, la arquitectura, entre posguerras:

se ve envuelta en esta vorágine y experimenta el vértigo de la superación, experimenta la totalización estética; padece y produce una fascinación vanguardista, pero se ve siempre obligada a medirse con su propia e inevitable pragmaticidad (Masiero, 2003, p. 214).

CONCLUSIONES

El presente trabajo se construye bajo dos líneas principales: una visión general de la modernidad propuesta por Echeverría, y otra con énfasis en las particularidades, que proviene de D. Harvey, acerca de la expresión del modernismo como materialización de la modernidad misma. Los procesos de la modernidad y la modernización como sociedad ecuatoriana empezaron en el país con el proyecto planteado por el entonces presidente Gabriel García Moreno (1821-1875), que en el documento se hace alusión como etapa garciana, periodo en que se emiten los primeros planteamientos unificadores a escalas social y política en Ecuador. Sin embargo, este proceso fue propio de una dinámica social y económica de la época que transcurrió lentamente en nuestro país, pero que además se acompañó por la contradicción en que se desarrolló el proyecto político dada la intromisión de la iglesia dentro de la base gubernamental. A pesar de lo anterior, el pensamiento científico dentro de la estructura social y educativa, que es una de las bases de la modernidad, fue instaurado en este periodo garciano.

Por tanto, y siguiendo el análisis de Echeverría para el caso de estudio, se puede aseverar, en primer lugar, que las bases de la modernidad en la ciudad de Quito se cimentaron desde el período garciano con la implementación de leyes y la construcción de infraestructura, que permitieron que el pensamiento científico y académico

se constituyera como parte de la vida nacional. En segundo lugar, partiendo de la secularización de lo político, que empieza con la revolución liberal a través de la declaración del Estado laico, se refuerza el cambio a través de la construcción de un marco legal de respaldo, así como la construcción de más infraestructura que profundiza la transición hacia la modernidad; de hecho, consideramos que la edificación icónica del cambio de pensamiento, en la ciudad de Quito, es la construcción del colegio Mejía como la primera institución educativa laica del país, lo que sin lugar a dudas da muestra clara de la separación de la iglesia del modelo de gobierno hasta entonces vigente. En tercer lugar, el inicio de la época liberal y sus efectos posteriores nos permiten apreciar cómo el pensamiento del individualismo tanto personal como colectivo se instaura claramente en los años posteriores a la posguerra y dio paso a grandes logros sociales, como la expedición del Código del Trabajo (1937).

En el caso de la materialización o particularización misma de la modernidad en la ciudad de Quito, el modernismo, como lo entiende Harvey, empieza a evidenciarse durante la época de la revolución liberal (1895-1912) y se fortalece con el paso del tiempo; en ese contexto, y sin lugar a dudas, la llegada del ferrocarril a la ciudad constituye uno de los momentos destacados, ya que ese hecho por sí mismo provocó uno de los cambios más importantes en la ciudad, como es el cambio en los modos de producción. Es importante señalar que el cambio de modelo económico del país tuvo su motor en la costa, particularmente en la ciudad de Guayaquil, y que el modelo de producción y consumo en la ciudad de Quito solo cambió al terminar con el aislamiento en que vivía esta ciudad hasta antes de la llegada del ferrocarril. Este hecho promovió un cambio en la urbe quiteña que comienza a crecer trascendiendo los límites del Centro Histórico.

En ese contexto, si consideramos que para D. Harvey el modernismo se materializa a través de la máquina, la fábrica y la urbanización, podemos señalar que, de acuerdo con los sucesos históricos, las tres están estrechamente relacionadas,

toda vez que aparecieron casi simultáneamente en la ciudad de Quito. Paralelamente, se gestan cambios en los medios de comunicación en la ciudad con la construcción del ferrocarril, así como del edificio de los correos y la fundación del diario *El Comercio* (1906), entre otros, lo que propició el crecimiento económico de la ciudad y la dinamización del comercio.

No hay que pasar por alto que el desarrollo económico de Quito, por su condición de ciudad capital, está relacionado directamente con grandes latifundistas que controlaban el territorio y, en consecuencia, el crecimiento de la ciudad se localiza en terrenos en los que se construyeron los barrios de expansión con posterioridad a la llegada del ferrocarril, entre los que se encuentran el barrio América, la Magdalena y la Mariscal. Estos espacios fueron comprados por el gobierno, lo que benefició a sus propietarios no solo por la ganancia económica que les significó, sino además por las fuertes inversiones que realizó el mismo gobierno a través de la construcción de la infraestructura necesaria para servirlos, y que fue entregada a la municipalidad sin un aporte significativo de los vendedores.

Desde una perspectiva arquitectónica, los cambios en la ciudad durante este periodo estuvieron marcados por un eclecticismo donde empiezan a evidenciarse las primeras manifestaciones modernas. El impulso del comercio provocó los primeros cambios de uso, y por tanto de morfología de expresión moderna, como es el caso de los pasajes comerciales en que la apertura de la planta baja de algunas construcciones dio cabida a las vitrinas de exposición, como fue el caso del pasaje Royal. Otro ejemplo destacado lo constituye el antiguo mercado de San Millán, actual Palacio de Cristal, que fue la primera estructura prefabricada de acero de la ciudad, lo que lo hace un elemento relevante dentro de la historia; a partir de entonces se empezó a construir con elementos de acero, primordialmente en cubiertas para estos mismos pasajes.

Por su parte, la introducción del hormigón armado, como expresión tecnológica estructural, no solo se dilató en su uso, sino además suce-

dió en momentos diferentes entre Guayaquil y Quito. En el caso de Guayaquil, la primera construcción con esta técnica apareció ya en 1905, construcción de la Cárcel Municipal, mientras que en Quito fue en 1939, con la construcción del hotel Humboldt. De esta manera se evidencia claramente que la influencia del ferrocarril es el detonante para el desarrollo tecnológico propio de la modernidad en la ciudad de Quito, ya que se expresa con posterioridad a este, no solo en la arquitectura, que es punto de interés de este estudio, sino también en otras expresiones sociales, culturales y, principalmente, económicas.

Además, el cambio morfológico también se hizo evidente en las viviendas una vez que los límites urbanos trascendieron el Centro Histórico, sobre todo hacia La Mariscal, donde se empieza a construir con retiros tanto frontales como laterales, aislando las construcciones, a diferencia de la configuración continua y en línea de fábrica propia del centro.

Finalmente, si bien las bases de pensamiento moderno fueron cimentadas en la etapa estudiada en este artículo, que van desde el mandato garciano hasta la revolución liberal y el posliberalismo, la expresión de la arquitectura moderna no se evidenció salvo algunas primeras manifestaciones como las que se mencionaron anteriormente. Por nuestra parte, consideramos que el desarrollo teórico, tecnológico y morfológico de la modernidad en la arquitectura comienza a establecerse a fines de la década de los treinta. De esta manera se puede concluir que la expresión del movimiento moderno no se evidenció en esta etapa como expresión misma de la arquitectura, pero sus bases fueron cimentadas, principalmente por los cambios de comportamiento, como lo describe Echeverría, y, sobre todo, porque los elementos materiales son claramente identificables, tal como lo describe Harvey. Por este motivo el artículo pretende definir a este momento como de expresión protomoderna, que es lo mismo que las bases de la modernidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala Mora, E. (2008). *Resumen de historia del Ecuador*. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Aymonino, C. (1972). *Orígenes y desarrollo de la ciudad moderna*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Bauman, Z. (1997). *La posmodernidad y sus desencuentos*. Madrid: Akal.
- Benavides Solís, J. (1995). *Arquitectura del siglo XX en Quito*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Colegio de Arquitectos del Ecuador Provincial (CAE-P) (2017). *Centro cultural Itchimbía*. Catálogo MIO17. Arquitectura Abierta Quito. Disponible en: <https://issuu.com/caepichincha/docs/catalogo-mio17>.
- DOCOMOMO (2017). *DOCOMOMO Ecuador*. Disponible en: <http://docomomo.ec/>; <http://docomomo.ec/Obras/Fichas>.
- Echeverría, B. (2009). *¿Qué es la modernidad?* México: UNAM.
- Empresa Pública Municipal de Turismo, Promoción Cívica y Relaciones Internacionales de Guayaquil, EP (2018). *Antiguo Mercado Sur "Palacio de Cristal" (Patrimonial)*. Guayaquil es mi destino. Disponible en: <http://www.guayaquilesmidestino.com/es/patrimonio-de-la-ciudad/edificios-publicos/palacio-de-cristal>.
- Esteban Maluenda, A. (2016). *La arquitectura moderna en Latinoamérica*. Barcelona: Reverté.
- Fernández Cox, C. (1991). "Modernidad apropiada". En C. Fernández Cox, E. Browne, C. E. Comas, R. Santa María, F. Liernur, A. Dewes y M. Waisman. *Modernidad y posmodernidad en América Latina*. Bogotá: Escala, pp. 11-22).
- González, M.; Sosa, C. y G. Merino (1993). "Conformación y transformaciones urbano arquitectónicas del sector Mariscal Sucre (1922-1988)". En I. M. Quito. *Arquitectura de Quito. Una visión histórica*. Quito: Trama, pp. 153-172.
- Harvey, D. (1990). *La condición de la posmodernidad*. Buenos Aires: Amorrortu.
- I. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2004). *Guía de Arquitectura de Quito*. Quito: Junta de Andalucía.
- (2017). *Archivo histórico*. Secretaría de Territorio. Alcaldía de Quito Disponible en: <http://sthv.quito.gob.ec/archivo-historico/>.
- (s/f). *Instituto Metropolitano de Patrimonio*. Inventario Patrimonial. Disponible en: <http://www.patrimonio.quito.gob.ec/index.php/patrimonio-cultural/inventario-patrimonial>.
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2015). *Pasaje Royal Quito*. Fotografía Patrimonial. Disponible en: <http://www.fotografianacional.gob.ec/web/en/galeria/element/7971>.
- Lloor, J. M. (2017). "La arquitectura moderna en el inventario patrimonial de Quito". S. Camacho, entrevistador, 17 de septiembre.
- López, H. (2018). "Palacio de Comercio (edificio La Previsora / hotel Humboldt Capitol)". *Los Ladrillos de Quito*, 29 de octubre. Disponible en: <http://losladrillosdequito.blogspot.com/2018/04/palacio-de-comercio-edificio-la.html>.
- Maldonado, C. (1993). "La arquitectura de Quito en la época republicana". En I. M. Quito, *Arquitectura de Quito. Una visión histórica*. Quito: Trama, pp. 137-152.
- Masiero, R. (2003). *Estética de la arquitectura*. Madrid: Machado Libros.
- Moreira, R. y Y. Álvarez (2004). *Arquitectura de Quito 1915-1985*. Quito: Trama.
- Pérez Oyarzún, F.; Aravena, A. y J. Quintanilla Chala (2002). *Los hechos de la Arquitectura*. Santiago: Ediciones ARQ/Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Pino, I. del (1993). "Sobre la arquitectura quiteña: 1820-1922". En I. Municipio de Quito, *Arquitectura de Quito una vision histórica*. Quito: Trama, pp. 115-136.
- Segre, R. (1975). *América Latina en su arquitectura*. México: Siglo XXI.
- Treviño Moreno, P. (2000). "Apuntes para una definición de la modernidad". En Z. Zeraoui. *Modernidad y posmodernidad*. México: Noriega, pp. 9-25).

Identification and classification of local climate zones in a semi-arid city of northwestern Mexico

Identificación y clasificación de zonas climáticas locales en una ciudad semiárida del noroeste de México

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i9.163>.

HIRAM EDUARDO URIAS BARRERA

<https://orcid.org/0000-0003-0809-8842> / a183783@uabc.edu.mx

ONOFRE RAFAEL GARCÍA CUETO

<https://orcid.org/0000-0003-4594-2600> / rafaelcueto@uabc.edu.mx

GONZALO BOJÓRQUEZ MORALES

<https://orcid.org/0000-0001-9303-9278> / gonzalobojorquez@uabc.edu.mx

Universidad Autónoma de Baja California, México.

Recepción: 30 de septiembre de 2020. Aceptación: 11 de diciembre de 2020.

ABSTRACT

Most cities located in developing countries have expanded in a disproportionate and irregular manner, which favors the formation of areas with different characteristics called Local Climate Zones (LCZ), which promote the increase of intra—urban temperatures and the formation of the Heat Islands (HI). In semi—arid regions there are few researches that have conducted LCZ studies and its relation with the HI phenomenon. This study's purpose was to carry out this classification and its relation with the increase in temperatures in the city of Mexicali, Mexico. Visual *in—situ* surveys, analysis by Geographic Information Systems (ArcMap and Idrisi), a categorization based on Stewart and Oke's work (2012) and a comparison with the city's thermal images were carried out to determine the relationship of the urban structure and the HI. The results can have an impact on urban planning, serve as a reference for authorities so they can establish critical points and develop policies that

help reduce the population's mortality and morbidity. The results can also serve as a basis for designers that develop strategies that seek surface temperatures decrease; on the other hand, it is imperative to point out that the works of Stewart and Oke (2012) cannot be fully replicated and its application had to adjust to the city's conditions.

Keywords: local climate zones, urban, classification

RESUMEN

La mayoría de las ciudades ubicadas en países en vías de desarrollo se han expandido de manera desproporcionada e irregular, lo que favorece la formación de áreas con diferentes características denominadas zonas climáticas locales (ZCL), que promueven el aumento de las temperaturas intraurbanas y la formación de las islas de calor (HI). En las regiones semiáridas existen pocas investigaciones que hayan realizado estudios de



ZCL y su relación con el fenómeno HI. El propósito de este estudio fue realizar esta clasificación y su relación con el aumento de temperatura en la ciudad de Mexicali, México. Se realizaron levantamientos visuales *in situ*, análisis por sistemas de información geográfica (ArcMap e Idrisi), una categorización basada en el trabajo de Stewart y Oke (2012), y una comparación con las imágenes térmicas de la ciudad para determinar la relación de la estructura urbana y la HI. Los resultados pueden tener un impacto en la planificación urbana, servir de referencia a las autoridades para que puedan establecer puntos críticos y desarrollar políticas que ayuden a reducir la mortalidad y la morbilidad de la población. Los resultados también pueden servir de base para los diseñadores que desarrollan estrategias que buscan la disminución de las temperaturas superficiales; por otro lado, es imperativo señalar que los trabajos de Stewart y Oke (2012) no pueden ser replicados en su totalidad, y su aplicación tuvo que ajustarse a las condiciones de la ciudad.

Palabras clave: zonas climáticas locales, urbano, clasificación

INTRODUCTION

Urban heat island (UHI) development is the best example we have of local climate changes that take place in the cities (Lehnert *et al.*, 2015). A heat island refers to a microclimatic phenomenon that occurs in urban environments. It consists of an increase in temperature inside urban areas, which therefore are warmer than their rural surroundings (Hawkins *et al.*, 2004). Usually the difference in temperature is more noticeable during the night than in the day, and it is best manifested when the winds are calmer (Oke, 1982; Lauriola, 2016).

At a seasonal level, the UHI phenomenon occurs during both the winter and the summer (Amirtham *et al.*, 2009); it is more severe for the urban dweller during the summer because the heat waves intensify the UHI (Leconte *et al.*, 2015);

therefore, within the cities the UHI threat to human health must be carefully approached.

In semi—arid regions the higher temperatures during the summer strongly affect the quality of life in the cities, producing negative impacts that can be summarized as a noteworthy deterioration in bioclimatic comfort, as well as an increase in energy consumption, due to the use of air conditioning, which in turn, determine a greater emission of air pollutants and greenhouse gases (Thomas *et al.*, 2014; Villadiego & Dabat, 2014). These aspects cause the cities to be continuously vulnerable to climate change; and although the UHI phenomenon is not a direct consequence of climate change, it is expected to exacerbate during the second half of the century when the global average temperature is very likely to increase due to the warming predicted by climate models (Lelovics *et al.*, 2014).

There are several reasons why the UHI phenomenon occurs in urban areas. The main cause is related to the physical characteristics of the materials of urban surfaces (mostly concrete and asphalt) which absorb incoming solar radiation, and do not reflect it in the same proportion, so the extra heating of the surfaces determines the emission of a large amount of long—wave radiation, especially at night (Messias & Martins, 2016; Gaffin *et al.*, 2008). Another factor related to the increase in temperatures is the heat released due to the consumption of energy (heating and air conditioning, industrial activities, transport, etcetera), which is mostly concentrated in urban areas.

Traditionally, the urban heat island has been defined as the thermal difference between the city and its immediate surroundings, however, according to Romero *et al.*, (2010) cities present a heterogeneous spatial context that are the product of the different land uses and coverages, propitiating differences in temperature inside the cities, whose origin is due to the different physical and thermal characteristics of the urban materials (Stewart & Oke, 2012; Verdonck *et al.*, 2017). Due to the above, it is not easy to perform a comparative evaluation of UHI studies without taking into account the characteristic elements

and forms that compose the cities (Coseo & Larsen, 2014). Stewart and Oke (2012) proposed a classification scheme of Local Climate Zones (LCZ) to facilitate the inner comparison of magnitudes and intensities of UHI in different cities of the world. Such scheme includes 17 classes based on surface coverage, structure, materials and human activity. Each class of LCZ describes a type of construction or a type of natural covering. It also takes into consideration the geometric, thermal, radiative and metabolic properties that make each type of LCZ different from the others (Alexander & Mills, 2014). Therefore, each LCZ provides a disjoint and complementary partition of the landscape that covers the main urban forms and land cover types (Stewart & Oke, 2012; Betchel *et al.*, 2015a, b).

Taking into account the urban morphological details and the ordering of the land uses, the integral approach of LCZ's classification has had a wide acceptance by urban climatology studies (Bentchel & Daneke, 2012; Müller *et al.*, 2013), which is why in recent years several studies have been conducted using this scheme to describe the city's thermal properties using information obtained from thermometric stations, instrumented vehicles, remotely sensed thermal images, land use and coverage data, and urban morphology information acquired from various sources (Siu & Hart, 2013; Peng & Jim, 2013; Puliafito *et al.*, 2013; Stewart *et al.*, 2014; Savic *et al.*, 2014; Emmanuel & Loconsole, 2015; Geletic & Lehnert, 2016; Perera *et al.*, 2018).

There are relatively few studies regarding the use of the LCZ scheme in cities located in arid zones (Georgescu *et al.*, 2011; Middel *et al.*, 2014; Fan *et al.*, 2017; Potchter *et al.*, 2008; Hao *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2018), despite the fact that in several of these cities there has been an accelerated increase in urbanization without urban planning. One of these cities is Mexicali, this study's subject matter, is located in the northwest of Mexico, where a urban heat island (García—Cueto *et al.*, 2007, 2009), and intra—urban differences (Casillas *et al.*, 2014) have been detected. In relation to the above mentioned, in this work the LCZ scheme concept is applied to Mexicali, Mexico, a semi—arid city of the

Mexican desert, with the purpose of identifying and evaluating its applicability to an urban context very different from where the classification was originally conceived, which undoubtedly will serve as a guide to establish thermal monitoring sites in the immediate future.

STUDY AREA

The city of Mexicali is located in the extreme northeast of the state of Baja California and northwest of Mexico (figure 1); it is located at 32,65° N and 115.45° W. It has a varied orographic medium, in the western part it is flanked by Cerro el Centinela, which has a maximum elevation of 750 m and an area of 10 km²; to the southwest is Sierra Cucapah that has a height of approximately 1,000 m and an area of 364 km². The inactive Cerro Prieto volcano is located in the southern part of the city, at a distance of 15 km, and has an elevation of 260 m. To the east of the region there is an agricultural valley with approximately 200,000 hectares. The Colorado River is the main water supplier for the agricultural valley cultivation area and for urban uses. According to the climate classification of Köppen, modified by Garcia (1981), Mexicali's climate is type BW (h") hs (x") (e") that indicates a dry arid warm climate, with extreme thermal variability; its average annual temperature is 23.0°C and its rain regime is in the winter season.

During the warm period, there are average temperatures of 42.0°C and extreme maximums of 45.0°C, from May to September. The cold period is during the months of December, January and February, with average minimum temperatures of 9.0°C, with extreme minimums of 2.5°C. The average relative humidity is between 60%—65% and with extreme maximum humidity of up to 100% in September and October. The wind speed ranges from 0.10 m/s to 8.0 m/s with dominant frequencies of 27% coming from the northwest, followed by, in order of importance, those of the southeast (24%), southwest (22%) and west (19%). Solar radiation has an average

FIGURE 1
Study area, Mexicali, Baja California



Source: Authors own creation.

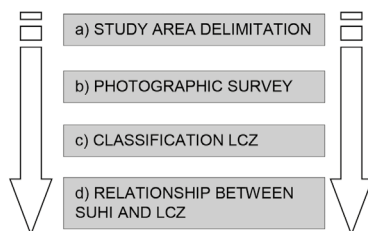
maximum of 937 W/m^2 in the summer period, and 345 W/m^2 in the winter. It is possible to have a maximum radiation of 1.205 W/m^2 in the warm period and a maximum daily average of 560 W/m^2 in the cold period (Luna, 2008).

DATA AND METHODS

For the development of this research, it was divided into three main parts that are linked to achieve the determined objectives: make a climatic classification of the city of Mexicali and the impact on the generation of the urban heat island; with which a methodology was established based on different works already cited (figure 2).

FIGURE 2

Methodology developed for research development



Source: Authors own creation.

First, the area to be analyzed was delimited through the information generated both by government institutions and previous bioclimatic diagnoses. Once this was done, a tour of the different sectors of the delimited area was proposed capturing a photographic survey of the characteristics of each one of them, which helped to determine typologies, peculiarities and features of each one of them. With this information, we proceeded to make a mapping of the urban area through the use of Geographic Information Systems software, establishing through the criteria of Stewart and Oke (2012) by establishing with this a general panorama the different local climatic zones to later extrapolate the information generated in the GIS (figure 4) and satellite images processed with information on surface temperatures (figure 5); With all this, the relationship between the UHI phenomenon and the different LCZs was determined.

A. STUDY AREA DELIMITATION

The 2025 Urban Development and Population Center Plan (UDPPC 2025), prepared by Mexicali's Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP, 2012) was analyzed. It includes the urban and sector restructuring plans (figure 3) and the land use plan, which were useful in

order to make a first evaluation of the basic organization of the city. Based on the above, the perimeter on which the study would be carried out was established; an area of analysis was implemented with approximately 225 km², of which 56% is for residential use and the rest is divided between commercial areas, services, roads and urban reserve.

B. TOURS AND PHOTOGRAPHIC SURVEY

A route was established to cover the various sectors of the city previously fixed. After this, a Geographic Information System (GIS) was used, which optimized the trips within the study area; everything was supported with satellite images that helped a better categorization. It includes six routes, with four characteristics to take into account in order to carry them out, among which we highlight visiting housing neighborhood, industrial zones, service areas and agricultural areas or bare soils to reinforce the identification of the characteristics of each of them.

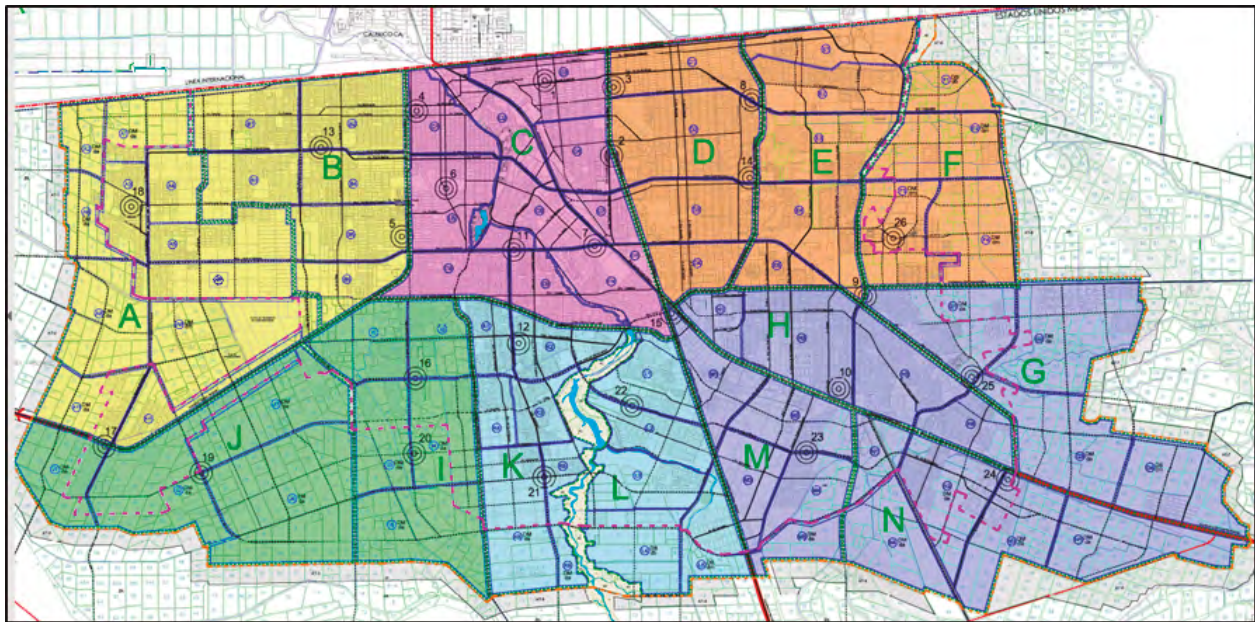
To plan the routes, criteria such as location of the area, concentration of economic activities and population were taken into account, as well as the age of the sector to be analyzed. The result of all this was a visual (photographic) survey, which will help to show particular and general characteristics of each one, which would also help to form a graphic synthesis of the real conditions of the urban area.

These excursions through the city took place in May 2016 and were a fundamental part of the classification, because it substantially complemented the decision making when establishing the comparative analysis of the LCZ proposed by Stewart and Oke (2012), and those found in this photograph catalog.

C. CLASSIFICATION FOR THE LCZ

The criteria to make the city's classification in LCZ were the particularities of the zones (coverage, surfaces, materials, physical structures and economic activities). These were identified on a

FIGURE 3
Urban sprawl limit of Mexicali



Note: The polygon's coordinates: 1. 32.62°N, 115.55°W; 2. 32.58°N, 115.55°W; 3. 32.58°N, 115.37°W; 4. 32.65°N, 115.37°W. Color code: Yellow = West Zone, Violet = Central Zone, Orange = East Zone, Green = Southwest Zone, Blue = South Zone, Purple = Southeast Zone. Source: Based on IMIP (2012).

horizontal scale comprised of areas of no more than 1 km² (Stevan, 2013; Zheng, 2017; Chen & Ng, 2011), in which parameters, such as the percentage of buildings, building heights and their ground cover, were analyzed.

With a series of ordered and sequenced actions, a satellite image of the urban study area was examined; which corresponded to a GeoEye Ikonos file type with a resolution of up to 1 m² which suggests greater clarity of the RGB and NIR multispectral bands. ArcMap 10.2 software was used to analyze these images. This satellite image was of the month of January 2016.

For the characterization of the LCZ, study polygons were established in the completely urban area, whose dimensions were established in Stewart and Oke's (2012) work, where the measurements of these are determined between 100 m to 1500 m per side, since these distances depend on the type of homogeneity that the studied area presents. At this point, all the previously collected information was used, such as the photographic survey and the LCZ's property tables.

D. DETERMINE THE RELATIONSHIP BETWEEN SUPERFICIAL URBAN HEAT ISLAND AND LCZ

Satellite images were processed using Idrisi software version 17 to determine the urban heat islands. A satellite image of the Landsat project on the United States Geological Survey website (USGS. Available in: <https://www.usgs.gov/>) was selected, having a resolution of 30 m per pixel. In addition to the above, it was necessary that the image was L8 OLI / TIRS — Landsat 8 satellite image, taken with the Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) instruments. The OLI sensor provides access to nine spectral bands that cover the spectrum from 0.433 μm to 1,390 μm, while TIRS registers two bands from 10.30 μm to 12.50 μm —. The image is from July 24, 2016; this is within the 15 representative days where maximum temperatures are in the warm season between May and September, based on the bioclimatic diagnosis made for the region (Urias, Bojórquez, Garcia & Luna, 2016).

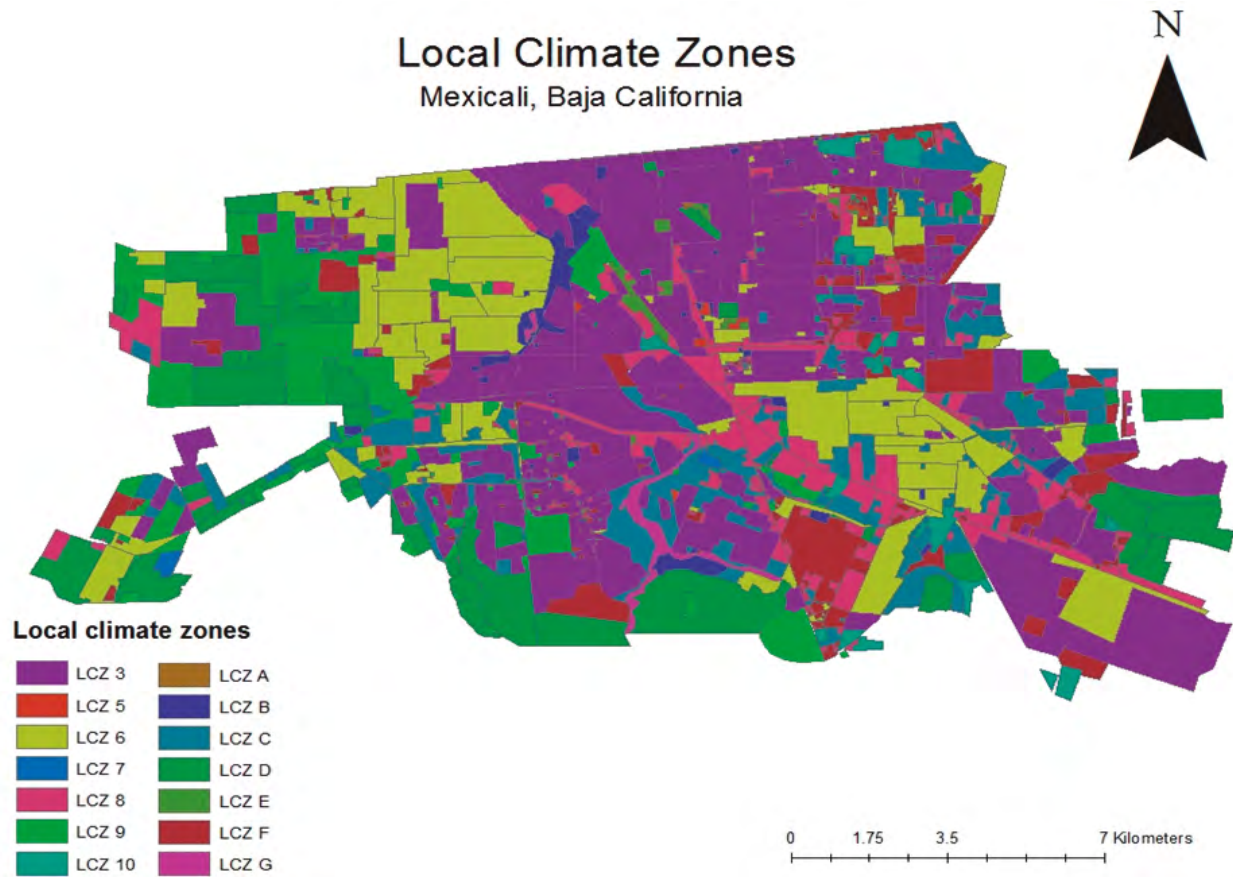
It was necessary to import all color bands B1 to B11 (B1, coastal—aerosols, B2 blue, B3 green, B4 red, B5 near infrared, B6 infrared short wave 1, B10 TIR 1, B11 TIR 2, B7 infrared short wave 2, B8 panchromatic and B9 cirrus) to process the file. Band 10, the infrared wavelength between 10.60 — 11.19 μm, was selected. It underwent a process within the IDRISI program to visualize the temperature variability, which consisted in adjusting the constants K1 and K2 to band 10, whose values were obtained from the MTL file that is included at the time of downloading the image; this analysis corresponds to the blackbody temperature that is derived from the B6 band, which corresponds to the surface temperature of the urban area.

Later, the images processed to classify the LCZ, and the images used to identify the urban heat island, were contrasted. When performing a comparative analysis, the relationship between the different LCZ with the different magnitudes of the UHI was established. As a result, the LCZ and its classification, and for the particular case of the city of Mexicali, the characteristics that contribute to the magnification of urban temperatures were obtained.

RESULTS

The result of the local climate zones' classification was the existence of 13 out of the 21 established in Stewart and Oke's work (2012), whose characteristics, type coverage and land use, type and height of the constructions, and the construction density, helped its identification (tab. I). The LCZ identified in the city of Mexicali were the following: L3C-3, L3C-5, L3C-6, L3C-7, L3C-8, L3C-9, L3C-10, L3C-B, L3C-C, L3C-D, L3C-E, L3C-F and L3C-G, which make up the general plan of the general LCZ's in the city (figure 4).






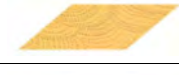
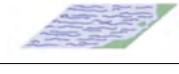
FIGURE 4
Local Climate Zones' Classification for Mexicali, Mexico



Source: Authors own creation.

TABLE I
Summary of Mexicali's LCZ and its occupation area in relation to the total percentage of the city

	Typology	Characteristics	Urban area (Km ²)	Percentage
	LCZ 3	Low compact constructions	78.4757667	34.92%
	LCZ 5	Half open	0.41485774	0.18%
	LCZ 6	Open low, low density	37.7835763	16.81%
	LCZ 7	Light construction and low height	0.39682674	0.18%
	LCZ 8	Large construction and low height	16.7651101	7.46%
	LCZ 9	Sparse construction	18.8406358	8.38%

	Typology	Characteristics	Urban area (Km ²)	Percentage
	LCZ 10	Heavy industry	3.55802482	1.58%
	LCZ B	Scattered trees	2.01617779	0.90%
	LCZ C	Bushes and shrubs	20.1576325	8.97%
	LCZ D	Low plants	28.0685768	12.49%
	LCZ E	Rock/gravel or pavement	1.00461848	0.45%
	LCZ F	Bare floor or sand	15.7542686	7.01%
	LCZ G	Water	1.4954162	0.67%
		Total Percentage	224.731489	100.00%

Source: Authors own creation based on Stewart and Oke, 2012.

The most prominent climate zones within the study area were LCZ 3, followed by LCZ 6, LCZ D, LCZ C, LCZ 9, LCZ 8 and LCZ F, then with much smaller extensions were LCZ 10, LCZ B, LCZ G, LCZ E, LCZ 5 and LCZ 7. The classification indicates that, in Mexicali, the zones with dense trees and scattered trees are null; there are only areas of low plants —farming fields and pastures, and fodder grasslands mixed in urban areas—, bushes and shrubs that correspond to land without buildings, mostly in the peripheral areas. The results (table 1) were synthesized to establish the ratio of occupied urban area (km²) and percentage that represents the total of each of these zones within the city. LCZ which were found their description are below.

West zone: The predominant land uses in accordance with the UDPCP 2025 in this area are: popular housing, some urban reserve areas, urban facilities and services. It has seven different identified LCZ; it has large areas of bare soils and bushes, combined with agricultural areas —LCZ C—, coexisting with popular housing and social interest areas —LCZ 3—. In turn, the urban typology is changing as it approaches the urban center —LCZ 7—, since the constructions and the distri-

bution of the constructions are transformed into average residential housing —LCZ 6— (figure 5a).

Central zone: It has heterogeneous land uses and typologies, where the historical part of the city, recreational, housing, commercial areas of services and equipment are found. The analysis carried out by the geographic information system showed that there are 11 types of LCZ. Through the trips and the photographic survey that was done, it was observed that in this sector there are trade—services and equipment —LCZ 8, LCZ 3—; The central zone has high and medium level residential neighborhood as it gets closer to the historical centre —LCZ—, with a percentage between 90 to 100% of paving in the area, —LCZ E— (figure 5b).

East zone: The prevailing land uses are housing types such as popular, medium and residential types. They have large concentrations of equipment, commerce and services (IMIP, 2012). Eight climate zones were located in the sector. The predominant uses of this area, supported by the photographic survey, is that of traditional popular housing —LCZ 6—, up to the high-level residential housing —LCZ 8—. In addition, within the urban area limits, there are large vacant lots with bare floors and bushes —LCZ C—, farm plots

FIGURE 5

Photographic and satellite survey of the city of Mexicali (a) West Zone, (b) Central Zone, (c) East Zone, (d) Southwest Zone, (e) South Zone, (f) Southeast Zone



Source: Authors own creation.

—LCZ D—, which coexist within popular residential subdivisions —LCZ 3—, industrial zones —LCZ 10—, and scattered businesses (figure 5c).

Southwestern zone: The majority of the land is occupied by popular and of social interest type housing, areas of urban reserves, industrial zones and services. In this sector, there is a total of 8

LCZ located. A heterogeneity was observed; it has mostly housing developments of social and popular interest —LCZ 3 and LCZ 6—, a minimum of commercial, industrial and warehouse areas —LCZ 8 and LCZ 9—. There are large agricultural and grazing areas (cattle raising) —LCZ B, LCZ C and LCZ D— such as in the periphery of the urban area, which merge with the housing and industrial sectors within the city (figure 5d).

South zone: There are nine different climate zones contained in this sector. Verified by the tours made, this zone has lake areas and contains Mexicali's drains formed by the wastewater run-offs of the agricultural irrigations —LCZ G— and the country golf area, which is considered an urban green area —LCZ B—; In addition to the above, there are currently large areas of bare soils and shrubs —LCZ C—, agricultural areas —LCZ D— and to a lesser extent, industrial and commercial areas —LCZ 8—. It was estimated that this sector is one of the sectors with the highest density of compact residential construction —LCZ 3— (figure 5e).

Southeast area: Land uses in this area are popular and social interest housing type, industrial, services and equipment; The characterization result for this sector was a total of 7 different zones. A heterogeneity is distinguished during the photographic archive of the area was made. The union of agricultural fields —LCZ C— that were surrounded by housing complexes of social and popular interest —LCZ 3— are observed. Besides this, there are large industrial areas and warehouses —LCZ 8— which are already fully integrated into the existing urbanization. Since it is a section of the peripheral city, there is a considerable area of bare soil —LCZ F— and low shrubs —LCZ C and LCZ D—, and urbanized areas with both popular and social interest housing —LCZ 3 and LCZ 6— (figure 5f).

LOCAL CLIMATE ZONES' RELATION WITH THE SURFACE URBAN HEAT ISLAND

When analyzing the relation between the LCZ and the Surface Urban Heat Island (SUHI), three zones with maximum temperatures were detected in the

south, southeast and southwest parts of the city; whereas the most frequent LCZ are C, D, F, 3, 8, 9, 10. In addition, the effect that the green areas and bodies of water —LCZ B, LCZ C, LCZ G— have in the decrease in surface temperature was observed, while the observed temperature value can be up to 10° C lower, in relation to other areas.

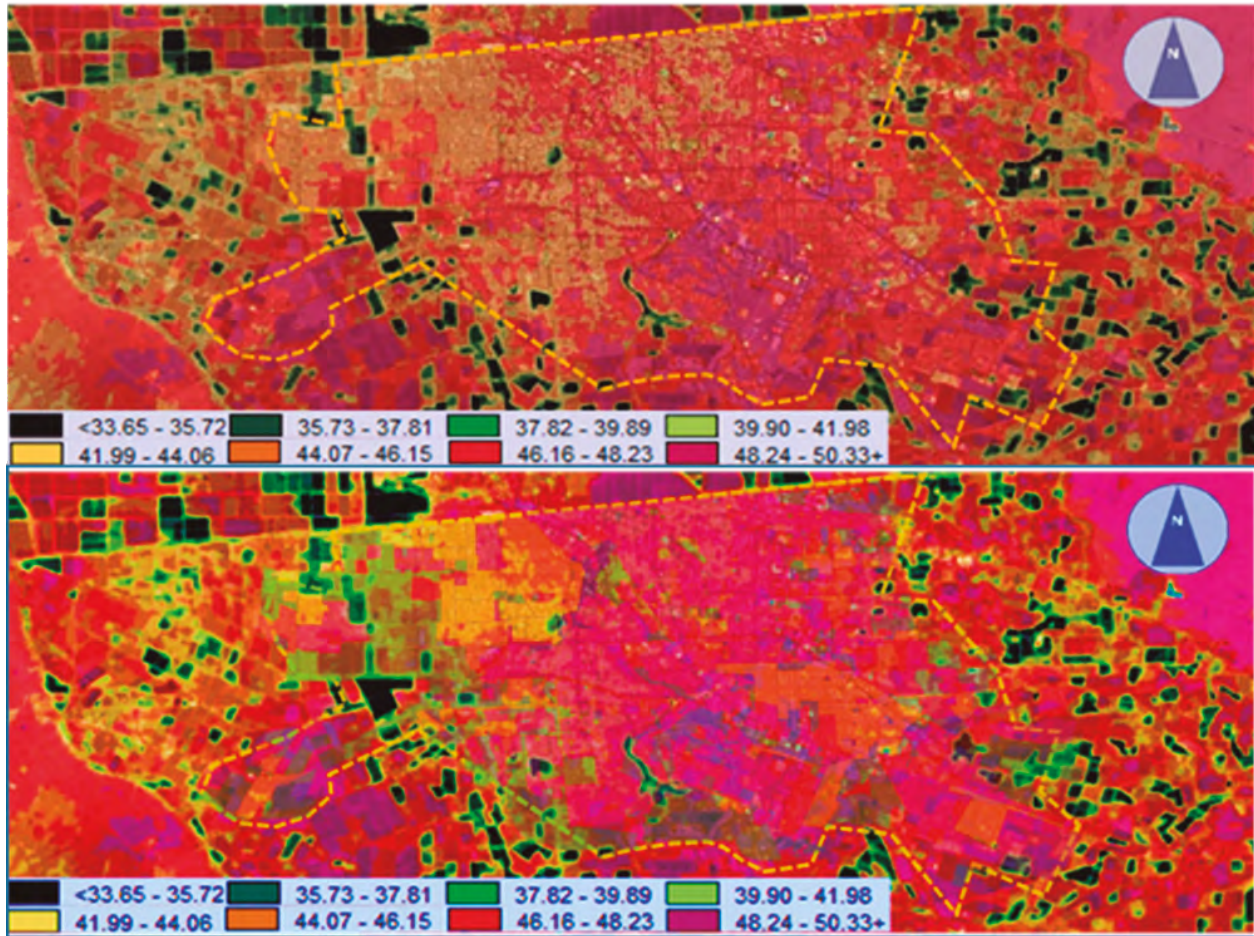
In the three identified areas, surface temperatures above 50.0 ° C were recorded. The one with the greatest urban extension was that of the south zone, followed by the city's east zone and spreading to the southeast. The third one is located in the southwest by agreeing with large sectors of low compact construction (LCZ 3) (figure 6). In some areas where there are a few trees, bodies of water and more dispersed residential areas with trees —LCZ 6, LCZ B, LCZ G— lower intensity SUHI are generated; one is in the western area that runs to the southwest and another in the downtown area of the city that spreads to the limit of the southern area, these were named medium intensity since the temperatures reach a maximum of 44° C.

It is observed that in the agricultural areas —LCZ D— bordering the city, the temperature can drop to 35.0° C; all of these generate a strip where the SUHI decreases drastically, which benefits the neighboring areas. In addition, by means of the thermal analysis, the routes for the photographic survey and the comparative analysis carried out for the climate classification, it was determined that in the sectors where there are exterior areas of bare soils —LCZ F—, abandoned lands —LCZ F and LCZ C— or scattered constructions —LCZ 8—, the intensity of the surface heat island's effects increase up to 12.0° C.

Seven LCZ that most affect the SUHI were found (table II), due to their inherent characteristics and the percentage of city area they cover. When comparing the LCZs located in the sectors where the temperatures reached the highest record, they had areas with very dense and low-rise constructions —LCZ 3—, areas of warehouses and industries —LCZ 8—, and bare soils or scrublands —LCZ C and LCZ F— in common.

FIGURE 6

Thermal images of surface temperatures and formation of the SUHI, superposition with the LCZ



Source: Authors own creation.

TABLE II

Surface Urban Heat Island's relation with the Local climate zones in the critical areas

Local climate zones in critical heat islands with temperatures greater than 48.25°C	Typology	Characteristic
	LCZ C	Shrubs and bushes
	LCZ D	Low plants
	LCZ F	Soil or sand
	LCZ 3	Low compact — housing—.
	LCZ 8	Low large — commercial—.
	LCZ 9	Scattered construction.
	LCZ 10	Heavy industry.

Source: Authors own creation based on Stewart and Oke (2012).

It is also important to indicate that the surface temperatures (T_s) and the maximum air temperatures (T_a) recorded are at different times; the thermal image used was taken at approximately 10:00 h, while the maximum value of T_a observed was approximately at 15:00 h (Urias *et al.*, 2015). On the other hand, the T_s max record is obtained at approximately 12:00 h due to the heat transfer processes in the environment, where a temperature differential of 4.0 to 6.0° C increase in surface temperature can exist in relation to the values of the image.

DISCUSSION

There were five predominant LCZs in the city of Mexicali. The densely built low-rise (LCZ 3), represented mainly by land use of social interest, large paved areas and minimum vegetation indices. It is mainly distributed to the south, south-east and east of the city as a result of the housing policies developed by the government. The low density and low height in buildings climate zone (LCZ 6), are dispersed primarily in neighborhoods that were once populations that did not belong to Mexicali's urban area, but that due to their proximity and Mexicali's urban growth, they are now part of it. In comparison with the previous LCZ, it has a higher level of vegetation, and incidence of bare soils —wastelands—. Contrary to what was speculated, there is a significant incidence of areas of bare soil (LCZ F), shrubs and bushes (LCZ C), and low-lying agricultural areas (LCZ D) located mainly in the periphery of the city.

The heterogeneity in the urban composition of the city was confirmed, and this is accentuated as it approaches the peripheral limits of the urban sprawl; the excessive growth of this goes beyond the planning and the planned projects and has led to an amalgam of particularities that are accentuated and directly affect the temperature increases within the city.

This stimulates the formation of several heat islands with different temperature magnitudes, coinciding with precarious areas, with little or no urban planning; they are located in areas where the analysis showed low vegetation levels, higher percentages of bare soils, adjacent agricultural areas or within urbanizations; in these heat islands' the temperatures surpass 50.0°C ; The difference between these sites and the city center and residential areas is mainly explained by an increase in the vegetation index, better urbanization plans and building density.

It is important to highlight that the temperatures in the image used are less than the maximum of SUHI since the maximum value of this is recorded at 12:00 h (Casillas-Higuera and García—Cueto, 2019), which means that the in-

tensity can reach an average of 5.0°C higher than the image used in this study. These temperatures can be dangerous for the population, since Jauregui (1995) and Jaramillo and Rodríguez's works (2011), mention that one of the main causes of the population's morbidity and mortality is the urban temperatures increase.

It was discovered that when applying Stewart and Oke's (2012) classification of Local Climate Zone, the aforementioned urban heterogeneity, didn't define a clear basis for classifying certain areas where there was a conjunction of two or more LCZ, in which there were a series of particularities that could define the studied area within more than one of the classifications established for LCZ.

The above was visualized mainly in the western, southwestern, southern and southeastern areas, where there are housing areas and agricultural—livestock remnants that cohabit together without a clear boundary or separation between them, in addition to large climate zones with features of bare soils and bushes with buildings scattered in large vacant areas; extensions of land destined for agriculture enclosed by large housing developments or industrial zones, with paved or poorly paved areas.

These found singularities favor the development of Local Climate Zones different from those established in previous works (Stevan *et al.*, 2013; Alexander *et al.*, 2014). The results can lead to the development of LCZ with peculiarities of temperature, constructions, urban structure and soil properties. Another urban particularity found is the isolated construction of popular housing (the product of self-construction) in the midst of large areas of bare soils or shrubs and bushes, which is a main characteristic for not being able to classify it within the established climate zones.

It was established that within the city of Mexicali, the application of the established LCZ can be used, but not entirely, due to the fact that the contexts with which Stewart and Oke's (2012) works were developed, for the urban climate classification are different. The particularities of the cities from which they were derived, have

well regulated urban and regional plans, under regulations and laws that are applied in their entirety, a constant characteristic in most of the developed countries.

Just as the result obtained by Nduka and Abdulhamed (2011) in Nigeria, an emerging country with similar growth to that of Mexico, it was estimated that in Mexicali there are four hybridizations between different climate zones, which are not indicated in different research DOING in other countries; This singularity indicate use of Local Climate Zones developed by Stewart and Oke (2012) is only applied partially in emerging countries, with hasty or excessive growth, where urban plans are not applied completely.

GENERAL CONCLUSIONS

- 13 different climate zones of the 17 established by Stewart and Oke (2012) were found, which can be observed in table I.
- It was observed that out of the 13 LCZ at least seven of them have a greater relation with the increase in surface temperatures, and of these, the bushes and shrubs areas —LCZ C—, bare soils and sand —LCZ F—, compact low—residential —LCZ 3— and dispersed construction —LCZ 8—, are more combined in the southwest, south, east and southeast, coinciding with the highest magnitudes of the SUHI.
- It was discovered that within the LCZs that had the most effect on the SUHI, there could be a value of up to 56.0° C, while in other areas of the urban sprawl where the vegetation indexes increased —LCZ B— or where there were bodies of water —LCZ G—, temperatures were recorded between 33.0 to 38.0° C.
- In Mexicali, there is no total paving. There are still large urban wastelands, areas with bare soils, constructions of low or medium height and a particular hybridization of various LCZ characteristics in small areas. These favor an increase in urban temperatures, which is clearly visualized when comparing

the processed images of urban surface temperatures with the result of the developed climate classification.

- It was observed that the heterogeneity of the city and its unordered composition is a fundamental factor in the increase of urban temperatures in the most affected areas. The possibility of finding hybridization of different Local Climate Zones is always latent and you have to have the discernment to place the studied areas within the classification that best suits you; without leaving aside the possibility of adjustments and the approach of the development of new climate classifications to those already existing.
- The use of the classification of LCZ of the city of Mexicali, is a starting point to establish urban heat islands monitoring areas, with the purpose of improving its research and study.
- Finally, it is essential to confirm the methods used for climate classification in cities with characteristics similar to the one suggested in this study, to reinforce the area of knowledge on the subject and to reaffirm whether the application of the LCZ established by Stewart and Oke (2012) is the best for cities in emerging countries with urban areas where urban development plans are exceeded and reduced by the urban growth.

BIBLIOGRAPHY

- Alexander, P. J. & G. Mills (2014). "Local Climate Classification and Dublin's Urban Heat Island". *Atmosphere* 5(4), pp. 755-774. Available in: DOI:10.3390/atmos5040755.
- Amirtham, L. R.; Devadas, M. D. & M. Perumal (2009). "Mapping of Micro-Urban Heat Islands and Land Cover Changes: A Case in Chennai City, India". *The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*. Australia.
- Chen, L. & Ng, E. (2011). "Quantitative Urban Climate Mapping Based on a Geographical Database: A Simulation Approach using Hong Kong as a Case Study". *International Journal of Ap-*

- plied Earth Observation and Geoinformation*, 13 (2011), pp. 586—594.
- Bechtel, B.; Alexander, P. J.; Böhner, J.; Ching, J.; Conrad, O. & J. Feddema (2015). “Mapping Local Climate Zones for a Worldwide Database of the Form and Function of Cities”. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4, pp. 199—219.
- Bechtel, B.; Foley, M.; Mills, G.; Ching, J.; See, L. & P. Alexander (2015), *Census of Cities: LCZ Classification of Cities (Level 0)—Workflow and Initial Results from Various Cities*. Presented at the 9th International Conference on Urban Climate jointly with 12th Symposium on the Urban Environment, 20-24 July, 2015. France.
- Bechtel, B. & C. Daneke (2012). “Classification of Local Climate Zones Based on Multiple Earth Observation Data”. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 5(4), pp. 1191—1202.
- Casillas-Higuera, A. y R. García-Cueto (2009). Identificación de la isla urbana de calor en Mexicali B.C. mediante imágenes de satélite y el uso de sistemas de información geográfica. En Selper-México, Mexicali, México, pp. 365-372.
- Coseo, P. & L. Larsen (2014). *How Factors of Land Use/Land Cover, Building Configuration, and Adjacent Heat Sources and Sinks Explain Urban Heat Islands in Chicago*. Landscape and Urban Planning. Available in: DOI: 16 10.1016/j.landurbplan.2014.02.019.
- Emmanuel, R. & A. Loconsole (2015). “Green Infrastructure as an Adaptation Approach to tackling Urban Overheating in the Glasgow Clyde Valley Region, UK”. *Landsc Urban Plan.*, 138 (2015), pp. 71-86 Available in: DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.02.012.
- Fan, C.; Myint, S.W.; Kaplan, S.; Middel, A.; Zheng, B.; Rahman, A.; Huang, H.-P.; Brazel, A. & D. G. Blumberg (2017). “Understanding the impact of urbanization on surface urban heat islands—a longitudinal analysis of the oasis effect in subtropical desert cities”. *Remote Sensings*, 9 (7), p. 672. Available in: DOI: 10.3390/rs9070672.
- Gaffin R. S.; Rosenzweig, C.; Khanbilvardi, R.; Parshall, L.; Mahani, S.; Glickman, H.; Goldberg, R.; Blake, R.; Slosberg, R. B. & D. Hillel (2008). “Variations in New York city’s Urban Heat Island Strength Over Time and Space”. *Theoretical and Applied Climatology*, 94, pp. 1-11. Available in: DOI: 10.1007/s00704-007-0368-3.
- García-Cueto R.; Jáuregui-Ostos, E.; Toudert D. & A. Tejada-Martínez (2007). “Detection of the Urban Heat Island in Mexicali, BC, México, and its Relationship with Land Use”. *Atmósfera*, 20(2), 111-131.
- García-Cueto, R.; Tejada Martínez, A. & Bojorquez G. Morales (2009). “Urbanization effects upon the air temperature in Mexicali, BC, Mexico”. *Atmósfera*, 22, 349-365. México.
- Geleti J.; Lehnert, M. & P. Dobrovolny (2016). “Land Surface Temperature Differences within Local Climate Zones, Based on two Central European Cities”. *Remote Sensings*, 8, p. 788. Available in: DOI: 10.3390/rs8100788.
- Georgescu, M.; Moustouli, M.; Mahalov, A. & J. Dudhia (2011). “An alternative explanation of the semiarid urban area ‘oasis effect’”. *Journal of Geophys. Res.*, 116, D24113, Available in: DOI:10.1029/2011JD016720.
- Hawkins T. W.; Brazel, A. J.; Stefanov W. L.; Bigler W. & E. M. Saffell (2004). “The Role of Rural Variability in Urban Heat Island Determination for Phoenix, Arizona”. *Journal of Applied Meteorology*. New York. Available in: DOI: 10.1175/1520-0450(2004)043<0476:TRORVI>2.0.CO;2.
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación (2012). *Plan de desarrollo urbano centro de población Mexicali 2025*. Mexicali: IMIP.
- Jáuregui, E. (1995). “Algunas alteraciones de largo periodo del clima de la Ciudad de México debidas a la urbanización: revisión y perspectivas”. *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 31, Instituto de Geografía, UNAM, pp. 9-44.
- Leconte, F.; Bouyer, J.; Claverie, R. & M. Pétrissans (2015). “Using Local Climate Zone Scheme for UHI Assessment: Evaluation of the Method using Mobile Measurements”. *Building and Environment*, 83 (2015), pp. 39-49 Available in: DOI: 10.1016/j.buildenv.2014.05.005
- Lehnert, M.; Geleti , J. & J. Husák (2015). “Urban Field Classification by “Local Climate Zones” in a Medium-sized Central European City: The Case of Olomouc (Czech Republic)”. *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 122, issue 3—4, pp. 531—541. Available in: DOI: 10.1007/s00704-014-1309-6.
- Lelovics, E.; Unger, J. & T. Gál (2014). *Determination of an Urban Temperature Monitoring network*

- using GIS Methods. Romania: Conference Air and Water Components of the Environment.
- Luna, A. (2008). *Diseño y evaluación de vivienda energéticamente sustentable*. Tesis de doctorado. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California.
- Messias, B. S. & I. P. Martins (2016). *Classificação de Zonas Climáticas Locais: Cuiabá*. Universidade Federal de Mato Grosso: MT. 4º Encuentro de Ingeniería, Construcción y Ambiente.
- Middel, A.; Hüb, K.; Brazel, A.; Martin, C. & S. Guhathakurta (2014). "Impact of Urban Form and Design on Midafternoon Microclimate in Phoenix Local Climate Zones". *Landscape and Urban Planning* 122, pp. 16-28, Available in: DOI: /10.1016/j.landurbplan.2013.11.004.
- Müller, C.; Chapman, L.; Grimmond, C.; Young, D. & X. Cai (2013). "Sensors and the city: a review of urban meteorological networks". *International Journal of Climatology*, 33, pp.1585—1600. Available in: DOI: 10.1002/joc.3678.
- Nduka, I. & A. Abdulhamed (2011). "Classifying Urban Climate Field Sites by 'Thermal Climate Zones' the Case of Onitsha Metropolis". *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 3(2), pp. 75-80.
- Oke, T. R. (1982). "The Energetic Basis of the Urban Heat Island". *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108, pp. 1-24, Available in: DOI: 10.1002/qj.49710845502.
- Peng, L. & C. Y. Jim (2013). "Green-Roof Effects on Neighborhood Microclimate and Human Thermal Sensation". *Energies*, 6, pp. 598-618. Available in: DOI: 10.3390/en6020598.
- Perera, A. T. D.; Coccolo, S.; Scartezzini, J. L. & D. Mauree (2018). *Quantifying the impact of urban climate by extending the boundaries of urban energy system modeling*. Applied Energy. 222. Available in: DOI: 10.1016/j.apenergy.2018.04.004.
- Puliafito, S.; Bochaca, F. R.; Allende, D. & R. Fernandez (2013). "Green Areas and Microscale Thermal Comfort in Arid Environments: A Case Study in Mendoza, Argentina". *Atmospheric and Climate Sciences*, 3, pp. 372-384. Available in: DOI: 10.4236/acs.
- Potchter, O., Goldman, D., Kadish, D. & Iluz, D. (2008). "The Oasis Effect in an Extremely Hot and Arid Climate: The Case of Southern Israel". *Journal of Arid Environments*, 72(9), pp. 1721—1733. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2008.03.004.
- Romero, H.; Salgado, M. & P. Smith (2010). "Relaciones entre zonas termales urbanas y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile: consideraciones ante cambios climáticos". *Ciencias Ambientais*, 18.
- Savi, S.; Selakov A. & D. Miloševi (2014). "Cold and warm air temperature spells during the winter and summer seasons and their impact on energy consumption in urban areas". *Natural Hazards*, 73(2), pp. 373—387. Available in: DOI: 10.1007/s11069-014-1074-y.
- Siu, L. W. & M. A. Hart (2013). "Quantifying Urban Heat Island Intensity in Hong Kong SAR, China". *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 185, issue 5, pp. 4383—4398, Available in: DOI: 10.1007/s10661-012-2876-6.
- Stewart, I. D. & T. R. Oke (2012). "Local Climate Zones for Urban Temperature Studies". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, pp. 1879-1900. Available in: DOI: 10.1175/BAMS-D-11-00019.1.
- ; ——— & E. S. Kravynhoff (2014). "Evaluation of the 'Local Climate Zone' Scheme using Temperature Observations and Model Simulations". *International Journal of Climatology*, 34, pp. 1062—1080. Available in: DOI: 10.1002/joc.3746.
- Stevan, S. (2013). "Classifying Urban Meteorological Stations Sites by 'Local Climate Zones': Preliminary Results for the city of Novi Sad (Servia). *Geographica Pannonica*, 17, pp. 60-68. Available in: DOI: 10.5937/GeoPan1303060S.
- Thomas, G.; Sherin, A. P.; Ansar, S. & Z. Elavinamanil (2014). "Analysis of Urban Heat Island in Kochi, India, using a Modified Local Climate Zone Classification". *Procedia Environmental Sciences*, 21, pp. 3-13. Available in: DOI: 10.1016/j.proenv.2014.09.002.
- Unger, J.; Savi, S.; Gál, T. & D. Miloševi (2014). *Urban Climate and Monitoring Network System in Central European Cities*. Novi Sad—Szeged, University of Novi Sad, Faculty of Sciences (UN-SPMF) and University of Szeged, Department of Climatology and Landscape Ecology (SZTE).
- Urias, H.; Bojórquez, G.; García, R. y A. Luna (2016). *Requerimientos y estrategias Bioclimáticas para el diseño de espacios públicos exteriores: Mexicali, Baja California*. Toward Green Cities. Memoria de congreso.
- Verdonck, M. L.; Vancoillie, F.; de Wulf, R.; Okuje-ni, A.; van der Linden, S.; Demuzere, M. & H.

- Hooyberghs (2017). *Thermal Evaluation of the Local Climate Zone Scheme in Belgium*. Joint Urban Remote Sensing Event (JURSE).
- Villadiego, K. & M. A. Dabat (2014). "Outdoor Thermal Comfort in a Hot and Humid Climate of Colombia: A Field Study in Barranquilla". *Building and Environment*, 75. Available in: DOI: 10.1016/j.buildenv.2014.01.017.
- Zheng, Y.; Ren, C.; Xu, Y.; Wang, R.; Ho, J.; Lau, K. & E. Ng (2017). "GIS-based Mapping of Local Climate Zone in the High-density City of Hong Kong", *Urban Clim.*, Available in: DOI: 10.1016/j.uclim.2017.05.008.

Reducción de la huella de escasez hídrica y medidas de conservación del agua en la vivienda

Reduction of the Water Scarcity Footprint and Water Conservation Measures at Housing Level

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i9.137>

CARLOS ALFREDO BIGURRA ALZATI

<https://orcid.org/0000-0001-9740-9483> / carlos_bigurra@uaeh.edu.mx

GABRIELA ALEJANDRA VÁZQUEZ RODRÍGUEZ

<https://orcid.org/0000-0001-8351-8451> / g.a.vazquezr@gmail.com

LILIANA LIZARRAGA MENDIOLA

<https://orcid.org/0000-0001-6320-8923> / lililga.lm@gmail.com

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Recibido: 9 de marzo de 2020. Aceptación: 12 de noviembre de 2020.

RESUMEN

Pachuca de Soto satisface solo el 45% de la dotación diaria de agua para consumo doméstico. Se proponen medidas de conservación: reusar el agua gris recuperable y cosechar el agua de lluvia en la azotea de una vivienda de interés social para reducir la necesidad de agua limpia para fines no potables.

Se cuantificaron los volúmenes de agua potable necesarios en una vivienda con cuatro habitantes (670.6 L/d), de agua gris reusable (292 L/d) y de agua residual no disponible (213.6 L/d). Se determinó la precipitación máxima diaria (hpd > 1 mm, n= 82 d) para un año, a partir de un registro histórico de 1991-2014. Se estimó el potencial de captación de agua de lluvia a partir de un volumen de agua de lluvia mensual, la superficie de azotea disponible para cosecha (75 m²) y un coeficiente de escurrimiento para superficies de concreto (0.8).

Se determinó la huella de escasez hídrica total (HEH), sumando la huella de escasez hídrica directa (HEHD) e indirecta (HEHI). Se utilizó un indicador regional de disponibilidad de agua (AWARE Annual agri); las entradas directas (consumo de agua potable antes y después de utilizar las medidas de conservación), así como la entrada indirecta (agua consumida en la operación de una bomba de 3/4 Hp). La HEH se redujo de 4.09 a 1.09 m³ equivalentes, particularmente a través de la HEHD, lo que muestra que implementar medidas de conservación ayuda a reducir la escasez hídrica en la vivienda.

Palabras clave: sostenibilidad hídrica, conservación del agua, reducción del consumo doméstico, uso del agua gris

ABSTRACT

Pachuca de Soto satisfies only 45% of the daily demand for domestic consumption of water. Conser-



vation measures are proposed: reuse recoverable gray water and harvest rainwater on the roof in a regular economic level housing to reduce the need for clean water for non-drinking purposes.

The volumes of drinking water needed in a house with 4 inhabitants (670.6 L/d), reusable gray water (292 L/d) and non-disposable raw water (213.6 L/d) were quantified. The maximum daily rainfall (hpd > 1 mm, n = 82 d) for one year was determined from a historical record from 1991-2014. Rainwater harvesting potential was estimated from a monthly volume of rainwater, the available roof area for water harvesting (75 m²) and a runoff coefficient for concrete surfaces (0.8).

The total water scarcity footprint (WSF) was determined, adding the direct (DWSF) and indirect (IWSF) water scarcity footprint. A regional indicator of water availability (AWARE Annual agri) was used; direct inputs (consumption of drinking water before and after using conservation measures), as well as indirect inputs (water consumed in the operation of a $\frac{3}{4}$ Hp pump). The WSF was reduced from 4.09 to 1.09 m³ equivalent, particularly through the DWSF, which shows that implementing conservation measures helps reduce water shortages in housing.

Key words: water sustainability, water conservation, reduction of domestic consumption, use of gray water

INTRODUCCIÓN

La población alrededor del mundo, especialmente aquella en lugares con climas secos, es susceptible de cortes periódicos de agua, infraestructura obsoleta, así como a un suministro ineficiente y con mala calidad. Más de una tercera parte de la población mundial carece de instalaciones hidráulicas adecuadas (ONU, 2019), mientras que un quinto de la población sufre cortes de agua persistentes desde hace más de dos décadas (UNDP, 2006). Estos problemas ocurren, entre otras cosas, por el rápido crecimiento de las ciudades, que normalmente exceden la capacidad de las autoridades locales para implementar medidas

adecuadas (Mahaut y Andrieu, 2019). Sumado a esto, la falta de estrategias y políticas de planeación urbana adecuadas ha ocasionado problemas relacionados con el agua, tales como desastres por inundaciones, así como escasez y cortes de agua, entre otros (Nguyen *et al.*, 2019). El ahorro de agua potable a través de planes de conservación puede tener beneficios a largo plazo (Marinoski *et al.*, 2018), especialmente en ciudades que sufren de cortes severos (Oh *et al.*, 2018). Hay estudios que han explorado con buenos resultados los planes de conservación del agua. Algunos ejemplos son el tratamiento y reúso del agua gris a escala doméstica (Cheng y Wang, 2018; Pérez-Uresti *et al.*, 2019); la combinación del agua gris con la cosecha de agua de lluvia (Marinoski *et al.*, 2018). Entre sus principales ventajas está que pueden no solamente ayudar a reducir la presión por el abastecimiento de agua a la población, sino también a mitigar un problema de escorrentías y encharcamiento en las ciudades.

México no está exento de esta problemática de escasez. La disponibilidad de agua para consumo de la población en el país a principios de 1900 era de 31,000 m³/hab/año, mientras que en el año 2015 se redujo a 3,692 m³/hab/año (INEGI, 2015a). Esta reducción se debe no solo al crecimiento de la población, sino también a riesgos físicos tales como: consumo excesivo del agua, cambios en los regímenes de lluvia y de sequía, así como a la creciente impermeabilización de superficies que anteriormente recargaban las fuentes de agua subterránea. Lo anterior hace que la población sufra de cortes de agua periódicos para aliviar la escasez que existe del recurso para el abastecimiento público. Este es el caso de la Ciudad de México, donde en la actualidad doce millones de personas sufren cortes de agua periódicos (iAgua, 2018), mientras que otros nueve millones de personas en distintas partes del país experimentan la misma situación (Centro Virtual de Información del Agua, 2017).

La ciudad de Pachuca de Soto, en el estado de Hidalgo, es otro lugar donde esta escasez se manifiesta a través de los continuos cortes de agua, que someten a la población a un servicio

doméstico parcial, ya que recibe diariamente el 45% (56.25 L/hab/d) de la dotación estimada (125 L/hab/día, CAASIM, 2019), lo que hace necesario su almacenamiento en cisternas para sobrellevar este déficit. Anteriormente, en un estudio se recomendaba implementar alternativas como la cosecha de agua de lluvia en azoteas de 100 y 200 m², con lo cual sería posible satisfacer parcialmente necesidades de consumo no potable en lavadora, sanitarios y limpieza (Lizárraga-Mendiola *et al.*, 2015). Sin embargo, es necesario explorar nuevas opciones que permitan no solamente aumentar los volúmenes de consumo necesarios, sino también reducir los volúmenes de agua que se envían al drenaje sin ser reusados previamente.

MEDIDAS PARA CONSERVAR EL AGUA

Hay ejemplos en la literatura que muestran el gran potencial que representa el ahorro en el consumo doméstico urbano, debido al empleo de dispositivos de bajo consumo, equipos ahorradores, entre otros (Cai *et al.*, 2019), así como la adopción de medidas de conservación que pueden implementar los usuarios (Ananga *et al.*, 2019). La eficiencia en la adopción del uso de medidas de conservación depende en gran parte de la conciencia de los usuarios de su impacto en la huella hídrica y del potencial con que cuentan en la vivienda para satisfacer sus necesidades en forma sostenible, sin depender por completo de la red de abastecimiento público (Addo *et al.*, 2019).

La reutilización de aguas grises y la recolección de agua de lluvia son bien conocidas como algunas de las estrategias más comunes de conservación de agua, y se están incorporando para minimizar la escasez hídrica. La reutilización de aguas grises puede representar entre el 43% y el 70% del volumen que actualmente se desecha como aguas residuales (Fane y Reardon, 2013). Ahorrar agua potable a través de un plan de conservación puede tener beneficios a largo plazo (Marinoski *et al.*, 2018), especialmente en ciudades con déficit de abastecimiento público (Oh *et al.*, 2018). Pérez-Uresti *et al.* (2019) señalan que las aguas grises domésticas que provienen de regadera, lavamanos o lavadora, han demostrado un

gran potencial de uso para fines que no requieren alta calidad del agua. Koop *et al.* (2020) indican que, en paralelo, las tecnologías como el reciclaje de aguas residuales y la recolección de agua de lluvia se consideran cada vez más como una medida necesaria. Estudios previos han enfatizado en la importancia de combinar volúmenes de agua de lluvia cosechada y aguas grises para usos domésticos no potables (Marinoski *et al.*, 2018). La recolección de agua de lluvia en sí misma es una estrategia que ha demostrado tener éxito en minimizar el consumo de agua potable, y no requiere tratamientos complejos (Cheng y Wang, 2018). Además, su cosecha ha ayudado a reducir el riesgo de inundación en áreas urbanizadas (Eckart *et al.*, 2018; Zhan-Tang *et al.*, 2019).

LA HUELLA DE ESCASEZ HÍDRICA

La huella de agua es un indicador medioambiental integral que determina el volumen total de agua dulce utilizado para producir bienes y servicios (Hoekstra, 2003; Cai *et al.*, 2019). Cuando se quiere medir parcialmente la huella hídrica, se seleccionan indicadores basados en la información disponible para su determinación. Tal es el caso de la huella de escasez hídrica (HEH), que mide la extensión en que la demanda de agua se compara con el reabastecimiento del recurso en un área, sin tomar en cuenta su calidad (CADIS y COSUDE, 2016). Esta huella de escasez no solo considera el volumen de agua empleado directa o indirectamente para producir algo, sino también evalúa dónde y en qué momento se utilizó y qué tipo de agua era: lluvia, ríos y acuíferos, red de abastecimiento público, fuentes alternas de suministro de agua, agua empleada para asimilar la carga contaminante en cuerpos receptores (IMTA, 2018). Esta huella de escasez equivale a la diferencia entre el uso de agua total y su disponibilidad en una región; se mide a través de un indicador regional, AWARE (*Available Water Remaining*). Este indicador representa el remanente de agua disponible por área en una cuenca hidrográfica, una vez satisfecha la demanda de los ecosistemas y la población (Boulay *et al.*, 2018). Según la base de datos más comúnmente utilizada para el

cálculo de la HEH, creada por el grupo *Water use in Life Cycle Assessment* (WULCA, 2017), el indicador AWARE tiene un rango entre 0.1 y 100; está en función de la diferencia entre la demanda del recurso hídrico y su disponibilidad regional (m^3 equivalentes). Valores < 1 representan regiones con estrés hídrico bajo respecto del promedio mundial; valores $= 10$ representan una demanda diez veces superior al volumen de agua disponible respecto del promedio mundial.

La huella de escasez hídrica se divide en huella de escasez hídrica directa, HEHD (volumen de agua consumido directamente en un proceso) e indirecta, HEHI (volumen de agua consumido indirectamente en un proceso) (CADIS y COSUDE, 2016). Aunque se emplea principalmente para el sector industrial, también puede ser aplicable en el sector público urbano (IMTA, 2018). Para determinar la huella de escasez hídrica, es necesario establecer primero la unidad funcional o superficie de captación, la zona geográfica, identificar las entradas y salidas (en el proceso del consumo de agua), así como seleccionar el indicador regional (AWARE).

El análisis de la huella de escasez hídrica se emplea internacionalmente para evaluar procesos a nivel de servicios e industria principalmen-

te; sin embargo, no solo está restringido a estos fines, también puede ser aplicable en el ámbito urbano (IMTA, 2018). Por tal motivo, en este trabajo se plantea un caso de análisis a través de una vivienda en la que residen cuatro habitantes en la ciudad de Pachuca de Soto. Se determinó la huella de escasez hídrica para evaluar el impacto que tiene el consumo de agua potable de sus habitantes sobre la disponibilidad del recurso hídrico en esa zona geográfica. Además, se establecieron medidas de conservación del agua tales como el reúso del agua gris y la cosecha de agua de lluvia para evaluar si tienen un efecto positivo sobre la huella de escasez hídrica a escala de vivienda.

METODOLOGÍA

La ciudad de Pachuca de Soto se localiza en las coordenadas geográficas $20^{\circ} 07' 18''$ de latitud norte y $98^{\circ} 44' 09''$ de longitud oeste; tiene una altitud que oscila entre 2,382 y 2,400 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2015a). Su clima es templado subhúmedo y tiene una población de 256,584 habitantes (figura 1). Su evaporación promedio anual es de 863.6 mm, su precipitación promedio

FIGURA 1
Croquis de localización de Pachuca de Soto, Hidalgo (sin escala)



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 1

Volúmenes de agua consumidos en la vivienda con 4 habitantes que pasan al menos 12 horas al día

	Consumo de agua potable				Agua gris reutilizable		Agua residual no disponible	
	Núm. de veces	Consumo sugerido*	L/d	%	L/d	(%)	L/d	(%)
wc	8 descargas/d	4.8 L/descarga	153.6	22.9	0	0	153.6	71.9
Regadera	1/d (10 minutos)	3 L/min	120	17.9	120	41.1	0	0
Lavabo	8 veces/d	1 L/min	32	4.8	32	11.0	0	0
Fregadero	2 veces/d (10 minutos)	3 L/min	60	8.9	0	0	60	28.1
Lavadora	2 veces/semana	70 L/ciclo	140	20.9	140	47.9	0	0
Limpieza	3 veces/semana	10 L	30.0	4.5	0	0	0	0.0
Riego de jardín	3 veces/semana (15 minutos)	3 L/min	135	20.1	0	0	0	0
Suma =			670.6	100.0	292	100.0	213.6	100.0

* Consumo de agua sugerido (CONAVI, 2019).

Fuente: Elaboración propia.

anual es de 581 mm y el periodo de lluvias comprende de abril a octubre (SMN, 2018).

VOLÚMENES DE AGUA POTABLE, AGUA GRIS Y AGUA RESIDUAL

Se propuso como caso de estudio una vivienda de interés social con cuatro habitantes, ya que este tipo representa aproximadamente el 53.3% de las 78,570 viviendas promedio que había en la ciudad hasta el último censo intermedio (INEGI, 2015b). La vivienda tiene una superficie de azotea de concreto impermeabilizado de 90 m² y pendiente del 3%; su superficie disponible para cosechar agua de lluvia es de 75 m², mientras que el resto está destinado a tanque estacionario, tinaco (600 L) y calentador solar. Cuenta con dos regaderas, tres lavabos, tres sanitarios, una lavadora, 1 fregadero, 1 lavadero y 1 llave para riego de jardín. En la tabla 1 se resumen los volúmenes promedio diarios estimados (CONAVI, 2019).

En el cuadro anterior se observa que el agua que se consume en el WC es agua residual no disponible (no reusable), debido a que requiere tratamiento para su recuperación; el agua con-

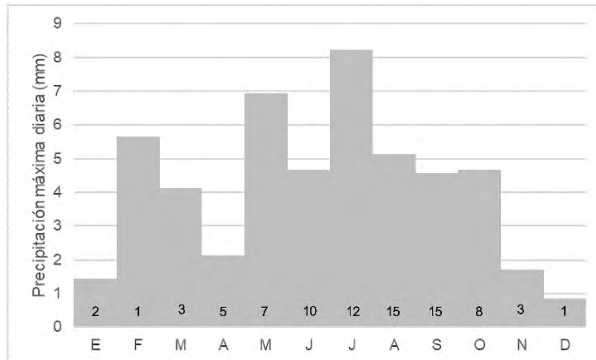
sumida en el fregadero también es un volumen no disponible, debido a su contenido de grasas; mientras que el agua utilizada para limpieza se dispone como parte del agua para el riego de jardín (infiltración al subsuelo). Los volúmenes de agua gris provenientes de las regaderas, lavabos y lavadora se consideran agua gris reusable para fines no potables, siempre y cuando se renueven diariamente (Fane y Reardon, 2013).

AGUA DE LLUVIA COSECHABLE EN AZOTEA

Para determinar el volumen de agua de lluvia cosechable en la azotea de la vivienda se tomó en cuenta el registro histórico (1991-2014) de precipitación diaria en la estación climatológica de la ciudad (clave CONAGUA 013056). De este registro, se seleccionaron todos los días con precipitaciones superiores a 1 mm (n= 82 días). A continuación, se seleccionó la serie de datos para establecer los máximos diarios mensuales. Su estadística descriptiva es la siguiente: $\sigma = 0.79050171$, media= 4.17, mediana= 6.03 y rango= 7.36. Enseguida, se construyó el hietograma de precipitaciones para determinar los parámetros de cálculo (figura 2).

FIGURA 2

Hietograma representativo de precipitaciones máximas diarias-mensuales (1991-2014)
Número de días con lluvias de cada mes en las barras



Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el volumen de agua de lluvia cosechable (Vall) en la azotea de la vivienda se utilizó la precipitación máxima diaria (hpd, mm/d), el número de días con precipitación en el mes (n), la superficie de azotea disponible para su cosecha (A, m²) y un coeficiente de escurrimiento equivalente a 0.8 (C = concreto, adimensional). Ecuación 1:

$$Vall = (hpd * n) * A * C \quad (\text{Ec. 1})$$

Aunque puede perderse una parte del agua de lluvia cosechable por salpicaduras y evaporación, esta pérdida se reduce al mínimo debido a que su cosecha y almacenamiento ocurren durante la lluvia de forma casi inmediata. Además, debe tomarse en cuenta que las primeras tres lluvias del mes se descartan del volumen cosechable, debido a que contienen la suciedad lavada de la superficie de azotea y esta agua no se almacena (Lizárraga-Mendiola *et al.*, 2015). Por lo tanto, del número de precipitaciones en cada mes (n), se eliminaron los primeros tres días con registros, para efectos de cálculo del volumen de almacenamiento.

DETERMINACIÓN DE LA ESCASEZ HÍDRICA

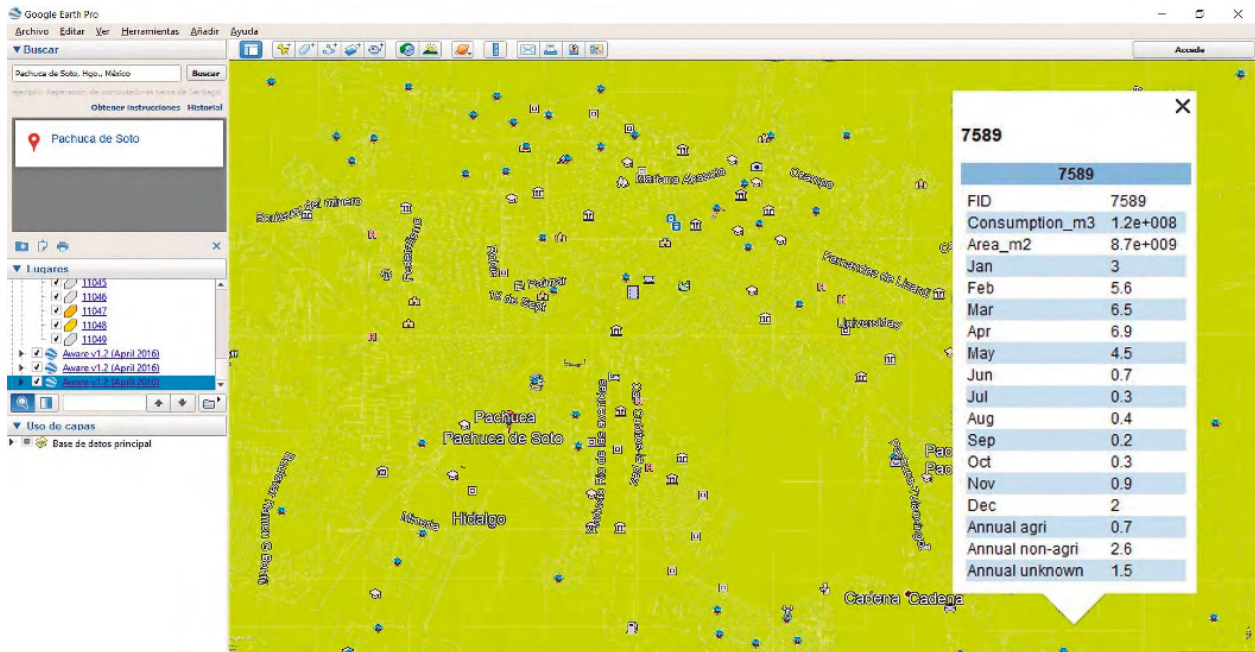
Este indicador de impacto de la huella de agua permite identificar los riesgos físicos asociados al agua a lo largo de una cadena de valor: demanda de agua, dotación recibida, dotación requerida, escasez (ISO 14046, 2019). Este indicador analiza la escasez hídrica a que se somete una población que experimenta cortes de agua periódicos o continuos, como es el caso de la población de Pachuca de Soto. En este estudio se utilizó el método de agua disponible remanente -AWARE (Boulay *et al.*, 2016; 2018) y se mide en m³ equivalentes (m³ eq.) en una vivienda con cuatro habitantes.

El indicador AWARE Annual agri mide la escasez de agua o su disponibilidad en una región geográfica (PNUMA SETAC, 2004). Este se obtuvo a partir de una base de datos (AWARE Agri, versión 1.2, 2016) y se instaló en Google Earth, desde donde se seleccionó la región donde se realizó el análisis. Para este estudio, se seleccionó el AWARE Annual agri para Pachuca de Soto (figura 3).

Se establecieron dos escenarios: 1) Consumo de agua en la vivienda, donde el volumen de agua potable proviene de la red pública de abastecimiento (Vred); el volumen de agua potable que se consume sin medidas de conservación (Vap); el volumen de agua no disponible o que se descarga sin ser reutilizado, como agua residual (Vres) y 2) Incorporación de un volumen de agua de lluvia cosechada en la azotea para usos no potables (Vall); reúso de agua gris recuperada en el interior de la vivienda para fines no potables (Vag); reúso de agua gris a través del riego de jardín (Vinf); volumen de agua potable reducido al incorporar los volúmenes antes citados (Vap); volumen de agua residual disminuido al reusar agua gris para un segundo uso y limitar el volumen de agua de lluvia que anteriormente descargaba hacia el drenaje (Vres) (figura 4).

FIGURA 3

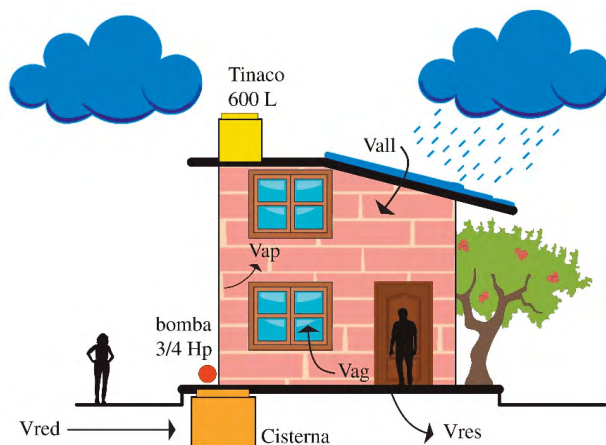
Selección del indicador Annual agri para el sitio de análisis FID 7589 (tomado desde Earth Pro.Ink)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 4

Representación gráfica de la distribución de los usos del agua con las medidas de conservación propuestas



Nota: *Vap*: agua potable, *Vall*: agua de lluvia, *Vag*: aguas grises, *Vres*: agua residual, *Vred*: agua proveniente de la red municipal.

Fuente: Elaboración propia.

Primero se determinó la vivienda como unidad funcional o área de captación. Ésta fue la base de cálculo respecto de la cual se normalizaron

las entradas (*Vred*, *Vap*, *Vag*, *Vall*, *Vinf*) y salidas (*Vres*). Después se establecieron las dimensiones para el análisis de la huella de escasez hídrica: temporal (comprende el periodo de un año, analizado diariamente y calculado mensualmente para establecer los distintos volúmenes de las entradas) y geográfico (la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo, México).

A continuación se calculó la huella de escasez hídrica directa (HEHD), que se relaciona con la dotación requerida directamente por los cuatro usuarios de la vivienda (limpieza, higiene, preparación de alimentos, riego, ver cuadro 1). Para calcular la HEHD se utilizó la ecuación 2:

$$HEHD = Vaph \times AWARE \text{ Annual agri} \times \text{número de habitantes} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

HEHD = Huella de escasez directa ($m^3 \text{ eq.}$)

$Vaph$ = volumen de agua consumido por habitante ($0.1677 \text{ m}^3/\text{h/d}$)

$AWARE \text{ Annual agri}$ = $0.7 \text{ m}^3 \text{ eq. anual}$ (tomado de figura 3)

Para estimar la huella de escasez hídrica indirecta (HEHI) se estimó el consumo de agua necesario para la operación de una bomba con montaje superficial de 0.75 Hp que funciona durante 8.88 minutos para llenar un tinaco de 600 L; su gasto de operación es de 1,5 L/min (según los datos del fabricante). Por lo tanto, el volumen de agua necesario durante su operación (Vb) es de 13.32 L/d, y se acciona toda la semana. Para el cálculo de la HEHI se utilizó la ecuación 3:

$$HEHI = Vb \times \text{AWARE Annual agri} \times \text{número de habitantes} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

HEHI = Huella de escasez hídrica indirecta (m³ eq.)

Vb = Consumo de agua de la bomba (L/d)

Se supone que el funcionamiento de la bomba opera para satisfacer el volumen de almacenamiento en el tinaco que atenderá las necesidades de los cuatro usuarios a la vez. Por último, para

estimar la huella de escasez hídrica total (HEH) se sumaron las huellas de escasez directa e indirecta (ecuación 4).

$$HEH = HEHD + HEHI, \text{ en m}^3 \text{ eq.} \quad (\text{Ec. 4})$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

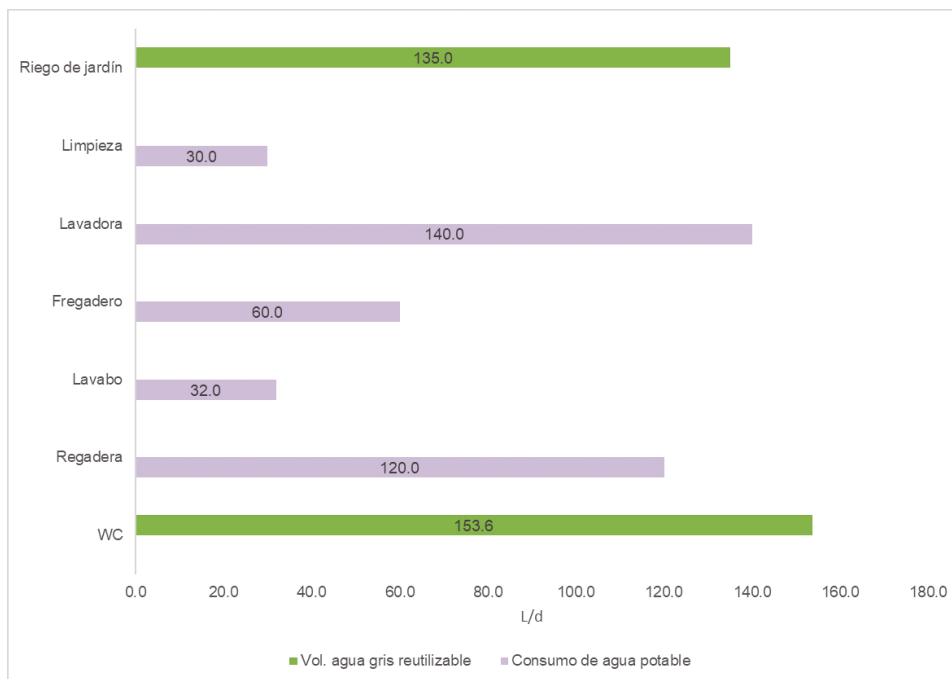
CONSERVACIÓN DEL AGUA EN LA VIVIENDA

Sin tomar en cuenta medidas de conservación, los cuatro usuarios del caso de estudio analizado consumen 670.6 L/d, desaprovechan el agua gris reusable (292 L/d) y se descarga casi la totalidad del agua consumida hacia el drenaje (535.6 L/d, sin considerar el agua que se infiltra como riego de jardín).

REÚSO DEL AGUA GRIS

Si se implementan medidas sencillas de conservación de agua, tales como el reúso del agua gris, el ahorro se aprecia en la figura 5:

FIGURA 5
Reúso del agua gris para fines no potables en riego de jardín y WC.
Se incluye en las barras los valores con volúmenes diarios



Fuente: Elaboración propia.

Esta medida constituye una opción para retardar la descarga de agua residual al dar un segundo uso al agua gris (volumen reusable = 292 L/d); además, cubre el 100% del volumen necesario para el WC y para el riego de jardín, al utilizarse solamente el 98.84% del volumen necesario para estos fines. El volumen de agua gris sobrante (3.4 L/d) puede infiltrarse en el jardín como excedente. Con esta alternativa, el consumo de agua potable se reduciría en el 56.96% (de 670.6 L/d a 383 L/d), siempre y cuando el agua gris almacenada se renueve diariamente; de lo contrario, se requerirá algún sistema de tratamiento.

Existen estudios que han propuesto el reúso de aguas grises para fines no potables en la vivienda (Castillo-Ávalos y Rovira-Pinto, 2013), aunque estos autores recomiendan su consumo únicamente en el WC, así como la instalación de dispositivos ahorradores para hacer más eficiente el autoconsumo. En este estudio, el uso tanto en WC como en riego de jardín representa un porcentaje de ahorro en el consumo de agua potable muy similar a lo que registran otros estudios (Fane y Rear-don, 2013), lo que confirma que, especialmente en zonas donde hay problemas de desabasto en el sistema público, pueden ser fuentes secundarias de autoconsumo. Hay casos de éxito en el país donde ha sido posible cubrir hasta una cuarta parte del consumo doméstico de agua a través de medidas de conservación tales como el reúso de agua gris, lo que reduce además una cantidad similar en la descarga de agua residual hacia el sistema de drenaje, como es el caso de la ciudad de Querétaro (Pérez-Uresti *et al.*, 2019).

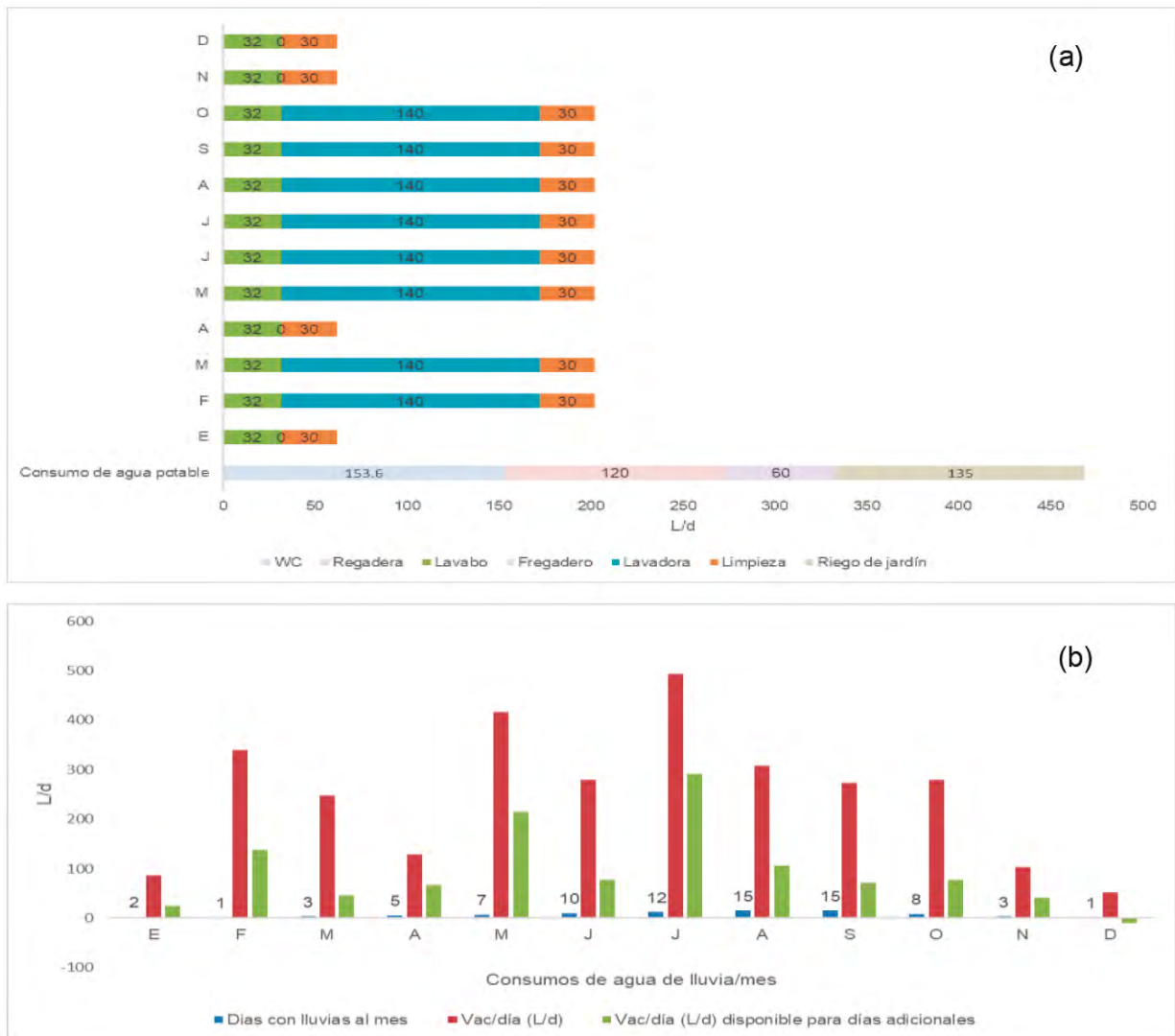
INCORPORACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA

Como segunda medida de conservación, se propuso el agua de lluvia cosechada en azotea para evaluar su potencial en la disminución del consumo de agua potable, al sustituir parcialmente volúmenes destinados en lavabo (32 L/d), lavadora (140 L/d) y actividades de limpieza (30 L/d), donde solamente se necesita un filtrado como tratamiento.

Al menos parcialmente, durante los meses de lluvia es posible utilizar el agua cosechada para los usos propuestos y aún es posible almacenar un volumen adicional para días posteriores: mayo (siete días, volumen adicional = 213.88 L), junio (diez días, volumen adicional = 77.80 L), julio (doce días, volumen adicional = 291.94 L), agosto (quince días, volumen adicional = 105.75 L), septiembre (quince días, volumen adicional = 71.80 L) y octubre (ocho días, volumen adicional = 77.87 L). Durante los meses que corresponden al periodo seco del año, aunque se pueden almacenar volúmenes suficientes para fines limitados (lavabos y limpieza), solamente son volúmenes disponibles para un día (febrero), dos días (enero), tres días (marzo y noviembre) y cinco días (abril), mientras que durante el mes de diciembre no se cosecharía agua de lluvia (figuras 6a y b). Esta medida representa un ahorro adicional equivalente al 30.12% en el consumo de agua potable en la vivienda, ya que, durante esos días, únicamente se utilizaría para regadera y cocina (el consumo en WC y jardín se cubre con agua gris).

Como medida de conservación, la cosecha de agua de lluvia se considera una fuente adicional de agua dulce para consumo urbano (EPA, 2013). Aunque Aladenola y Adeboye (2010) recomiendan la cosecha de agua de lluvia en zonas con precipitaciones superiores a 1,000 mm/año, hay estudios en sitios áridos y semiáridos como Jordania (precipitaciones entre 274-627 mm/año) donde el agua de lluvia cosechada (100 m² de azotea) es utilizada para fines domésticos y riego de jardines (Abu-Zreig, *et al.*, 2019). En ciudades de Estados Unidos, la cosecha de agua de lluvia ha logrado reducir entre el 30% y el 50% el consumo de agua potable en edificios (Pelak y Porporato, 2016). Por otra parte, también se ha comprobado que incorporar sistemas combinados (reúso de agua gris y cosecha de agua de lluvia) puede incluso disminuir hasta en el 14.7% el consumo de agua potable anual como estrategia de conservación (Marinoski *et al.*, 2018).

FIGURA 6
Distribución temporal de los volúmenes de agua de lluvia



a) Volúmenes distribuidos para su uso en lavabos, lavadora y actividades de limpieza. Se incluye en las barras los valores con volúmenes diarios (L/d). b) Volúmenes de agua de lluvia utilizados y disponibles para días adicionales. Se incluye el número de días cosechables.

Fuente: Elaboración propia.

ESCASEZ HÍDRICA EN LA VIVIENDA

La huella de escasez hídrica es un indicador que ayuda a analizar la relación entre el consumo de agua y su disponibilidad como parte de los recursos hídricos naturales de una zona geográfica (Heju *et al.*, 2019). Se analizó el caso del consumo de agua potable en una vivienda de interés social con cuatro usuarios, que implementaron medidas

tales como el reúso del agua gris y la incorporación de agua de lluvia cosechada en azoteas, como sustitutos en usos no potables. En el cuadro 2 se aprecia que, bajo las condiciones del primer escenario (solo consumo de agua potable, Vap1), la huella de escasez hídrica total (HEH1) se mantiene constante a lo largo del año (4.09 m³ eq.). Esto indica que, aunque el estrés hídrico en la re-

gión es bajo según el indicador AWARE ($0.7 \text{ m}^3 \text{ eq.} < 1 \text{ m}^3 \text{ eq.}$, WULCA, 2017), los hábitos de consumo doméstico analizados ejercen una presión sobre el recurso hídrico.

En el escenario 2 se consideró que el volumen de agua potable necesario para satisfacer el consumo doméstico mensual se redujo, al sustituir una parte de este con agua gris y agua de lluvia para fines no potables (Vap2). Este segundo escenario se analizó mensualmente, ya que el volumen de lluvia cosechable varía de un mes al otro; por lo tanto, las cantidades de agua potable necesarias variaban según la disponibilidad de agua de lluvia, mientras que el volumen de agua gris permaneció constante durante todo el año. El indicador AWARE Annual agri se promedió entre los doce meses del año, ya que este valor es anual ($0.7 \text{ m}^3 \text{ eq.} / 12 \text{ meses}$). Los resultados de este análisis se muestran a continuación (cuadro 2):

Con respecto a la huella hídrica total (HEH2) esta logró reducirse de $4.09 \text{ m}^3 \text{ eq.}$ en el escena-

rio 1 hasta $1.09 \text{ m}^3 \text{ eq.}$ (mes de julio) y $1.19 \text{ m}^3 \text{ eq.}$ (meses de diciembre y enero), para el escenario 2. Esto se debe a que durante el mes de julio se tienen las precipitaciones diarias más elevadas del año (8 mm/d), lo que representa un potencial de captación de agua de lluvia mayor que en el resto de los meses. También se aprecia una disminución importante en la HEH durante los meses más secos, debido al uso combinado con el volumen de agua gris, que ayuda a reducir la presión hídrica en la vivienda de forma importante. La huella de escasez hídrica indirecta (HEHI) se mantiene constante en ambos escenarios a través del tiempo. Esto se debe a que la operación de la bomba para abastecer el consumo de la vivienda no cambia, solo el origen del agua consumida. No es posible mitigar este último impacto a través de la huella hídrica indirecta en esta propuesta, ya que sería necesario independizar al usuario del empleo de la bomba para la alimentación de su tinaco.

CUADRO 2

Cambios en la huella de escasez hídrica (HEH) en la vivienda en los dos escenarios propuestos:

1) Consumo de agua potable y 2) Consumo de agua potable + agua gris + agua de lluvia

		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Escenario 1	* Vap1 (m3/d)	0.67											
	HED1 (m3/eq)	2.97											
	HEHI1 (m3/eq)	1.12											
	HEH1 (m3/eq)	4.09											
Escenario 2	* Vap2	0.29	0.04	0.13	0.25	-0.04	0.10	-0.12	0.07	0.10	0.10	0.28	0.33
	HED2 (m3/eq)	0.07	0.01	0.03	0.06	-0.01	0.02	-0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.08
	HEHI2 (m3/eq)	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
	HEH2 (m3/eq)	1.19	1.13	1.15	1.18	1.11	1.14	1.09	1.14	1.14	1.14	1.18	1.19
% Reducción	HEH1-HEH2 (m3/eq)	29.04	27.60	28.13	28.81	27.17	27.94	26.72	27.78	27.98	27.94	28.95	29.24

* Vap1 = volumen de agua potable, en m^3/d (escenario 1)

*Vap2 = volumen de agua potable, en m^3/d (escenario 2)

** HED, HEHI Y HHT en m^3 equivalentes

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior se concluye que, a través de las medidas de conservación que pueden implementarse en la vivienda, es posible mitigar el impacto sobre la escasez hídrica que sufren sus habitantes. Aunque este es solo un caso de estudio en una vivienda de interés social, representa un potencial de aplicabilidad en al menos el 53.3% de las viviendas que hay en la ciudad de Pachuca de Soto (INEGI, 2015b). Esta ciudad tiene como principal fuente de abastecimiento el agua subterránea, que pertenece a la región hidrológico-administrativa (RHA) XIII Aguas del Valle de México. Según Olier-Sarlat (2018) esta RHA tiene un indicador AWARE igual a 100 m³ eq., lo que indica que la población que depende de este recurso hídrico experimenta un estrés hídrico mucho mayor que el promedio mundial. Lo anterior hace más relevante aún la idea de considerar opciones que permitan a la población contar con fuentes alternas para satisfacer sus necesidades de autoconsumo de agua.

Como se discutió previamente, incorporar medidas de conservación en el uso y la gestión de agua en la vivienda puede representar beneficios a largo plazo (Marinoski *et al.*, 2018); también puede representar ahorros significativos en el volumen de agua potable que se consume, sobre todo a escala doméstica (Lizarraga-Mendiola *et al.*, 2015), donde no se requieren grandes cantidades, tratamientos sofisticados (Cheng y Wang, 2018), instalaciones complicadas o mantenimiento muy especializado.

CONCLUSIÓN

Los hábitos de consumo actual de la población contribuyen al problema de escasez hídrica que enfrenta el organismo operador para satisfacer el consumo doméstico en la ciudad de Pachuca de Soto. Ello se debe a que gran parte del consumo de agua potable se utiliza en la vivienda para fines donde no es necesaria, tales como su descarga a través del WC y otras actividades donde no es imperativo utilizar agua limpia (riego de jardín y limpieza, por ejemplo).

En este estudio se propusieron medidas de conservación tales como reutilizar el agua gris proveniente de la regadera, lavamanos y lavadora, así como cosechar el agua de lluvia en la azotea de la vivienda. Estos volúmenes son propuestos para reusarlos como agua no potable en la vivienda, lo que reduce considerablemente la dependencia del agua potable de la red pública durante el año.

Se midió el impacto que estas medidas de conservación representan sobre la huella de escasez hídrica en la vivienda respecto de los hábitos de consumo cotidianos. Los resultados indicaron que es posible mitigar de manera considerable la huella de escasez hídrica directa; es decir, aquella que depende directamente de los hábitos de consumo del usuario, si se implementan estas medidas de conservación. Debido a la variación temporal de las lluvias, y al número reducido de días al mes en que se puede almacenar agua cosechada, la huella de escasez se mitiga principalmente a través del reúso del agua gris, que puede ser constante durante todo el año.

Es recomendable dimensionar los dispositivos de almacenamiento para aguas grises y agua de lluvia, con el fin de adaptar espacios disponibles en viviendas existentes. Esto permitirá establecer un presupuesto adaptable a cada situación y a las necesidades familiares. Para nuevas construcciones, se recomienda tomar en cuenta, como parte del diseño, los sistemas de recolección y almacenamiento de aguas grises y agua de lluvia, para evitar instalaciones y costos posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Zreig, M.; Ababneh, F. y F. Abdullah (2019). "Assessment of Rooftop Rainwater Harvesting in Northern Jordan". *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 114, pp. 102794. Disponible en: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.pce.2019.08.002>.
- Addo I. B.; Thoms M. C. y M. Parsons (2019). "The Influence of Water-conservation Messages on reducing Household Water Use". *Applied Wa-*

- ter Science, 9: 126. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-019-1002-0>.
- Aladenola, O. O. y O. B. Adeboye (2010). "Assessing the Potential for Rainwater Harvesting". *Water Resour. Manag.*, 24, pp. 2129-2137. Disponible en: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/s11269-009-9542>.
- Ananga, E. O.; Becerra, T. A.; Peadar, C. y C. Pappas (2019). "Examining Water Conservation Behaviors and Attitudes: Evidence from the City of Ada, Oklahoma, USA". *Sustainable Water Resources Management*, 5, pp. 1651-1663. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40899-019-00329-y>.
- Boulay, A.; Bare, J.; Benini, L.; Berger, M.; Bulle, C.; Klemmayer, I.; Lathuilliere, M.; Manzardo, A.; Margni, M.; Motoshita, M.; Núñez, M.; Oki, T.; Ridoutt, B.; Worbe, S. y S. Pfister (2016). "New Scarcity Indicator from WULCA: Consensus to assess Potential User Deprivation". *LCA XV Conference*. Vancouver, 7 October, 2015. Disponible en: http://wulca-waterlca.org/pdf/conference/LCAXV_Vancouver_october2015.pdf.
- Boulay, A. M.; Bare, J.; Benini, L.; Berger, M.; Lathuilliere, M. J.; Manzardo, A.; Margni, M.; Motoshita, M.; Núñez, M.; Pastor, A. V.; Ridoutt, B.; Oki, T.; Worbe, S. y S. Pfister (2018). "The WULCA Consensus Characterization Model for Water Scarcity Footprints: Assessing Impacts of Water Consumption Based on Available Water Remaining (AWARE)". *Int. J. Life Cycle Assess*, 23, pp. 368-378. Disponible en: DOI 10.1007/s11367-017-1333-8.
- CAASIM (2019). "Tarifas mensuales de agua potable aplicadas para servicio doméstico en la ciudad de Pachuca de Soto". Disponible en: <http://caasim.hidalgo.gob.mx/pag/tarifas.html>. Consultado: 23 de septiembre de 2019.
- CADIS, Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable y COSUDE, Embajada de Suiza en Colombia, Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo (2016). *Huella de agua (ISO 14046) en América Latina, análisis y recomendaciones para una coherencia regional*.
- Cai, B.; Liu, B. y B. Zhang (2019). "Evolution of Chinese Urban Household'S Water Footprint". *Journal of Cleaner Production*, 208, pp. 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.074>.
- Castillo-Ávalos, Y. y A. Rovira-Pinto (2013). "Eficiencia hídrica en la vivienda". *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. IV, núm. 4, septiembre-octubre, pp. 159-171. Disponible en: <http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/articleCms/view/384/344>.
- Centro Virtual de Información del Agua (2017). "Visión general del agua en México. ¿Cuánta hay?". Disponible en: <https://agua.org.mx/cuanta-agua-tiene-mexico/>. Consultado: 18 de septiembre de 2019.
- Cheng, Y. y R. Wang (2018). "A Novel Storm Water Management System for Urban Roads in China Based on Local Conditions". *Sustainable Cities and Society*, 39 (september 2017), pp. 163—171. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.09.001>.
- CONAVI (2019). "Ley de Vivienda. Última reforma publicada por el *Diario Oficial de la Federación* el 14 de mayo de 2019, artículos 73 y 74, título sexto, capítulo único". Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/478059/Ley_de_Vivienda.pdf. Consultado: 15 de agosto de 2019.
- Eckart, K.; McPhee, Z. y T. Bolisetti (2018). "Multiobjective Optimization of Low Impact Development Storm Water Controls". *Journal of Hydrology*, pp. 562, 564—576. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.04.068>.
- Environmental Protection Agency, EPA (2013). "Rainwater Harvesting. Conservation, Credit, Codes, and Cost. Literature Review and Case Studies". EPA-841-R-13-002. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/rainharvesting.pdf>.
- Fane S. C. Reardon (2013). "Wastewater Reuse. Australia's Guide to Environmentally Sustainable Homes". Disponible en: <https://www.yourhome.gov.au/water/wastewater-reuse>.
- Hoekstra, A. Y. (2003). "Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, IHE Delft, the Netherlands". Disponible en: <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report12.pdf>.
- iAgua (2018). "La crisis del agua en México provoca que 12 millones de personas no tengan acceso a agua potable". Disponible en: <https://www.iagua.es/noticias/conacyt/crisis-agua-mexico-provoca-que-12-millones-personas-no-ten>

- gan-acceso-agua-potable. Consultado: 10 de septiembre de 2019.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA (2018). *Huella hídrica en México: análisis y perspectivas*. Rita Vázquez del Mercado y Javier Lambarri (Ed.).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2015a). *Datos del censo de población y vivienda*. Información sobre agua potable y alcantarillado. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T>. Consultado: 9 de septiembre de 2019.
- (2015b). *Perfiles sociodemográficos municipales*. Municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo. Disponible en: http://poblacion.hidalgo.gob.mx/pdf/perfiles/pp_municipios-Pachuca.pdf.
- ISO 14046 (2019). *Gestión ambiental — Huella de agua — Principios, requisitos y directrices*. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14046:ed-1:v1:es>. Consultado: 15 de agosto de 2019.
- Koop S. H. A.; van Dorssen A. J. y S. Brouwer (2019). “Enhancing Domestic Water Conservation Behavior: A Review of Empirical Studies on Influencing Tactics”. *Journal of Environmental Management*, 247, pp. 867-876. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.126>.
- Lizarraga-Mendiola, L.; Vázquez-Rodríguez, G.; Blanco-Piñón, A.; Rangel-Martínez, Y. y M. González-Sandoval (2015). “Estimating the Rainwater Potential per Household in an Urban Area: Case Study in Central Mexico”. *Water*, 7(12), pp. 4622—4637. MDPI AG. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/w7094622>.
- Mahaut, V. y H. Andrieu (2019). “Relative Influence of Urban-development Strategies and Water Management on Mixed (Separated and combined) Sewer Overflows in the Context of Climate Change and Population Growth: A Case Study in Nantes”. *Sustainable Cities and Society*, 44, pp. 171-182. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.012>.
- Marinoski, A. K. ; Rupp, R. F. y E. Ghisi (2018). “Environmental Benefit Analysis of Strategies for Potable Water Savings in Residential Buildings”. *Journal of Environmental Management*, 206, pp. 28—39. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.004>.
- Nguyen, T. T.; Ngo, H. H.; Guo, W.; Wang, X. C.; Ren, N.; Li, G. y H. Liang (2019). “Implementation of a Specific Urban Water Management - Sponge City”. *Science of the Total Environment*, 652, pp. 147—162. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.168>.
- Oh, K. S.; Cheng, L. J. Y.; Poh, P. E. y M. N. Chong (2018). “A Review of Greywater Recycling Related Issues: Challenges and Future Prospects in Malaysia”. *Journal of Cleaner Production*, 171, pp. 17-29. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.267>.
- Olier-Sarlat, H. A. (2018). “Estrés hídrico en México bajo dos enfoques de huella de agua de escasez”. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle*, vol. 13, núm. 50, julio-diciembre, pp. 31-46. Disponible en: <https://doi.org/10.26457/recein.v13i50.1738>.
- Organización de las Naciones Unidas, ONU (2019). *World Population Prospects 2019. Highlights*. Department of Economic and Social Affairs Population Division. ST/ESA/SER.A/423. New York.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo, UNDP (2006). *Beyond Scarcity: Power, Poverty and The Global Water Crisis, Human Development Report 2006*. Human Development Report 2006. Disponible en: <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2006/>.
- Pelak, N. y A. P. Porporato (2016). “Sizing a Rainwater Harvesting Cistern by Minimizing Costs”. *Journal of Hydrology*, 541, pp. 1340-1347. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.08.036>.
- Pérez-Uresti, S. I.; Ponce-Ortega, J. M. y A. Jiménez-Gutiérrez (2019). «A Multi-objective Optimization Approach for Sustainable Water Management for Places with Over-exploited Water Resources”. *Computers and Chemical Engineering*, 121, pp. 158—173. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.10.003>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA SETAC (2004). *¿Por qué adoptar un enfoque de ciclo de vida?* Naciones Unidas. Disponible en: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1731Why_take_a_life_ccycl_approach_ES.pdf. Consultado: 28 de agosto de 2019.
- Servicio Meteorológico Nacional, SMN (2018). *Resumen de precipitaciones históricas (1991-2014)*. Disponible en: <https://smn.cna.gob.mx/es/>

- climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias.
- WULCA (2017). *Descripción y base de datos de entrada del indicador AWARE*. Disponible en: <http://www.wulca-waterlca.org/aware.html>.
- Zhang-Tang, M.; Mooyoung, H. y H. Shervin (2019). "The Effect of Successive Low-Impact Development Rainwater Systems on Peak Flow Reduction in Residential Areas of Shizhuang, China". *Environmental Earth Sciences*, 78: 51. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-8016-z>.

Sustentabilidad y hábitat campesino: abordajes desde la ecología política en el territorio rural de Córdoba, Argentina

Sustainability and peasant habitat: approaches from political ecology in the rural territory of Córdoba, Argentina

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i9.160>.

FERNANDO VANOLI

<https://orcid.org/0000-0002-4599-725X> / fer.vanoli@unc.edu.ar

MARIA ROSA MANDRINI

<https://orcid.org/0000-0002-2620-3717> / mrmandrini8@gmail.com

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

Recepción: 21 de septiembre de 2020. Aceptación: 19 de noviembre de 2020.

RESUMEN

Este trabajo parte de dos aproximaciones teóricas; por un lado, una dimensión espacial para señalar algunas particularidades de los territorios rurales y del hábitat campesino, y, por el otro, la introducción de debates de la ecología política sobre la sustentabilidad que ponen en tensión narrativas dominantes (particularmente la Agenda 2030 de Naciones Unidas). El artículo se basa en el supuesto de que el habitar campesino se compone de prácticas que pueden ser equiparables a un ecologismo popular por el tipo de relación que mantienen con la naturaleza. Este supuesto se analiza en casos del noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina, a partir de tres ejes: 1) producción de pequeña escala, 2) materiales, diseño y formas de construcción y 3) mixtura de funciones. Por otra parte, el sistema productivo extractivista y las políticas públicas de intervención provincial (analizadas a partir del Plan de Desarrollo del Noroeste Cordobés) transforman el territorio rural, de manera que niegan al hábitat campesino como forma legítima de habitar contemporáneo. Como conclusión principal se destacan tensiones que dan cuenta de la disputa

sobre el sentido del concepto de sustentabilidad y la urgencia de recuperar en estos debates las acciones del ecologismo popular.

Palabras claves: sustentabilidad, ruralidad, ecología política, hábitat, ecologismo popular

ABSTRACT

The present work starts from two theoretical approaches; on the one hand a spatial dimension to point out rural territories and peasant habitat's particularities, in the other hand, introduces political ecology's discussions about sustainability that strain dominant narratives (referring to Agenda 2030 of the United Nations). The article assumes that peasant living represents practices that can be compared to a popular environmentalism, due to its harmonic relationship with nature. This assumption is approached from three axes: 1) small-scale production, 2) construction materials, design and technics, and 3) overlapping functionalities; and it is analyzed on the base of study cases in the northwest region of Córdoba, Argentina. However, extractivist productive system and the provincial public poli-



cies (analyzed from the “Plan de Desarrollo del Noroeste Cordobés”) transform rural territory, denying peasant habitat as a legitimate contemporary way of living. As a conclusion, this study highlights the tensions over sustainability concept, and the need to recover popular environmentalism actions in these debates.

Key words: sustainability, rurality, political ecology, habitat, popular environmentalism

INTRODUCCIÓN

Desde hace algunas décadas la temática ambiental se instaló en la agenda pública en una amplia variedad de perspectivas que deja en evidencia la incuestionable crisis ecológica que atraviesa nuestro planeta. A su vez, los conflictos ambientales en nuestra región se han multiplicado y representan un foco de disputa política, ya que ponen en tensión formas en que se producen, distribuyen y gestionan recursos de una comunidad en situaciones donde no solo se ponen en juego impactos ambientales, sino también dimensiones políticas, económicas, sociales y culturales. Además, al ser disputas localizadas, también se tornan conflictos territoriales (Merlinsky, 2013). Particularmente los conflictos ecológicos distributivos se refieren a patrones sociales y espaciales que median el acceso a los bienes naturales y los servicios proporcionados por el ambiente como un sistema de soporte de la vida (Martínez Alier, 2004).

Gran parte de esta crisis ha develado que las consecuencias del auge del desarrollo han sido brutales para el medio ambiente, y en esa dirección se advirtió que el sistema económico de crecimiento ilimitado era incompatible con el equilibrio ecológico del planeta. En las intersecciones de estas tensiones y disputas afloró el debate sobre la sustentabilidad o sostenibilidad¹¹ como alternativa posible. Su importancia y su centralidad en el debate hicieron de esta noción una disputa en sí misma, como señalaremos, se

11. En este texto utilizaremos el término *sustentabilidad*, aunque consideramos que ambas alternativas conforman expresiones de un mismo sentido.

encuentra en tensión por las retóricas dominantes, pero también se hace visible desde campos como el de la ecología política, que apela a la justicia ambiental y a los ecologismos populares.

Nos proponemos abordar ese debate a partir de analizar cómo las prácticas históricas campesinas configuran su hábitat bajo una mirada equilibrada con el ambiente y la naturaleza, que prioriza la reproducción de la vida. Consideramos que ese habitar histórico puede ser equiparable a un tipo de ecologismo popular, que se ve deslegitimado y amenazado por el sistema productivo extractivista y por políticas públicas que contienen modelos de planificación del territorio configurados a partir de un patrón de saber y poder urbanocéntrico.

Metodológicamente, trabajamos con experiencias de hábitats campesinos donde desarrollamos diferentes líneas de investigación,¹² sobre todo vinculadas a la recuperación de saberes tecnológicos que permitan dar respuestas contemporáneas a las problemáticas de su habitar. Este trabajo implicó una aproximación cualitativa y de investigación-acción, sostenida también en el estudio de casos considerando las distintas facetas de la experiencia y del trabajo de campo (Flyvberg, 2006). En dichos procesos adoptamos técnicas de recuperación de información a partir de la observación participante y, además, del análisis de documentos primarios y el contenido de discursos como son el caso “Plan de Desarrollo del Noroeste Cordobés” y la “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” de las Naciones Unidas.

ESPACIO, TERRITORIO Y HÁBITAT: ENTRE LO RURAL Y LO CAMPESINO

Para aproximarnos a las nociones de territorio y hábitat nos resulta necesario poner de relieve la dimensión espacial; en ese sentido recuperamos

12. El abordaje interdisciplinario del hábitat campesino cuenta con el apoyo institucional del Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) y del Ministerio de Ciencia y Técnica (MINCYT) de la provincia de Córdoba, a través del Proyecto Orientado a la Demanda y a las Oportunidades (PIODO).

el llamado *giro espacial* (Porto-Gonçalves, 2017), que se genera entre los años 60 y 70 de la mano de Foucault (1976) y Lefebvre (1976, 2013), principalmente. Dos claves pueden reconocerse en este giro: por un lado la ruptura con la lógica del espacio como algo dado; es decir, naturalizado como contenedor de actividades, desvinculando la relación forma-contenido, y, por otro lado, la superación de la dicotomía espacio-tiempo que establecía una relación jerárquica donde el espacio era subsumido por el tiempo (Vanoli, 2019). A partir de este giro surge la propuesta de comprender el espacio bajo una relación multidireccional con las relaciones sociales; como señala Lefebvre (2013), las relaciones sociales se proyectan e inscriben en el espacio a la vez que lo producen. En otras palabras, nos referimos a una perspectiva de producción del espacio que comprende tanto el territorio como el hábitat.

Siguiendo a Mançano Fernandes (2005), el territorio se compone a partir de determinada forma de relación social que lo produce y lo sostiene, una forma específica de producción de espacio con sus límites, fronteras y conflictividades. Es decir, “las relaciones sociales, por su diversidad, crean varios tipos de territorios, que son continuos en áreas extensas y/o son discontinuos en puntos y redes, formados por diferentes escalas y dimensiones” (p. 277).

En esa dirección, Haesbaert (2013) propone revisar las dicotomías que han escindido el territorio de aspectos vinculados a la temporalidad, el movimiento, el flujo y lo simbólico, para resituarlo en un sentido vincular a relaciones de poder. El autor señala que el territorio es:

producto del movimiento combinado de desterritorialización y de reterritorialización, es decir, de las relaciones de poder construidas en y con el espacio, considerando el espacio como un constituyente, y no como algo que se pueda separar de las relaciones sociales (Haesbaert, 2013, p. 26).

En este sentido, espacio y territorio comparten una aproximación epistemológica que los sitúa como conceptos que se co-constituyen desde

lo relacional, dejando atrás sus sentidos exclusivamente materiales, funcionales, de soporte o exteriores a las relaciones sociales y de poder. El proceso de desterritorialización y de reterritorialización muchas veces se encuentra en el centro de la pugna por el espacio, ya que el uso racional y eficiente que pretenden los procesos de acumulación de capital genera procesos de desterritorialización al despojar los valores territoriales, pero a la vez quienes habitan y disputan los sentidos de esos espacios generan nuevos procesos de reterritorialización.

Siguiendo con la ruralidad, los debates dentro del campo de los estudios sociales agrarios postulan

la existencia de unos modos específicos de vida en la ruralidad posibles de ser agrupados bajo la nominación de *campesinado*, que en principio se diferenciarían y serían contestatarias de otras formas de lo rural, principalmente de las empresariales (Martínez Coenda, 2019, p. 35).

En este sentido, la territorialidad rural también se encuentra en disputa; si bien podríamos hablar de un territorio campesino para señalar un modo particular de producción de ese espacio, preferimos introducir la noción de hábitat campesino para señalar de manera más precisa las relaciones que nos interesa analizar. Más específicamente, encontramos que las relaciones de poder ponen en tensión la producción del espacio entre lógicas capitalistas que mercantilizan el territorio promoviendo la eficiencia y la utilidad, en contraposición a modos que promueven la reproducción de la vida campesina. Es decir, el hábitat campesino promueve un tipo de producción de territorio rural con prácticas históricas basadas en la lógica del “cuidado de la vida” (Pérez Orozco, 2006), mientras que desde las lógicas de acumulación la apropiación territorial molar del espacio arrasa y despoja dicho hábitat.

En consecuencia, podemos señalar que la noción de hábitat nos permite revisar las prácticas cotidianas de quienes producen ese territorio. Dicho hábitat se compone de un sistema de es-

pacios por los cuales se transita la vida, como proceso de flujos y movimientos que impugna la relación dicotómica entre espacio y tiempo. Sin embargo, suele identificarse la noción de hábitat con la de vivienda, ya que su definición tendió a una reducción moderno/occidental del espacio “casa”, que enfatiza el lugar por el cual transitamos o situamos gran parte del tiempo de nuestra vida. Podemos decir que el hábitat involucra lo doméstico, pero no se reduce a él; a su vez hay tantos espacios domésticos como culturas diferentes, lo cual obliga a situar el hábitat en esas particularidades. Las costumbres y los modos de vida de los pueblos, los cambios históricos y sociales, las innovaciones técnicas y la situación de la economía de una región, son todos factores que orientan la configuración y la transformación del hábitat (Mandrini, Cejas y Bazán, 2018, p.84-85). Lo cual implica comprender esta noción en “un marco de respeto de los rasgos culturales y simbólicos de cada comunidad y de la preservación del ambiente, según las particularidades del medio urbano y del rural” (CELS, 2017, p. 8).

Las categorías geográficas territorio y hábitat comparten cualidades que le son propias al espacio: se componen por múltiples escalas y dimensiones, a la vez que están atravesadas por relaciones de poder que disputan su producción y sus sentidos. La singularidad del habitar en relación con los modos de vida campesinos se compone de una relación espacio-tiempo que escapa de la concepción moderna. La función doméstica se diluye en la función productiva de escala familiar, con patrones muy distantes de las naturalizadas formas del habitar urbano. Sin embargo, los territorios rurales y el hábitat campesino, a la luz de las políticas públicas y los modelos de planificación del territorio, han sido configurados a partir de un patrón de saber y poder urbanocéntrico y productivista que deslegitima modos de habitar históricos.

ECOLOGÍA POLÍTICA: LA SUSTENTABILIDAD DESDE EL ECOLOGISMO POPULAR

Desde los marcos epistémicos de la ecología política entendemos que es necesaria una “decons-

trucción de los conceptos teóricos e ideológicos que han soportado y legitimado las acciones y procesos generadores de los conflictos ambientales”; en ese sentido, pensar la sustentabilidad implica indagar en prácticas y campos teóricos que permitan politizar los conceptos. De esa manera, “biodiversidad, territorio, autonomía, autogestión, están reconfigurando sus significados en el campo conflictivo de las estrategias de reapropiación de la naturaleza” (Leff, 2003, p.12), lo que permite una aproximación crítica a territorios apropiados por el sistema productivo extractivista e intervenidos por políticas públicas de discurso modernizador sobre las ruralidades.¹³ Además, se trata de un campo de estudio central en la construcción de alternativas sustentables donde las “acciones del ecologismo popular o de los movimientos de justicia ambiental (...) son más eficaces para conseguir (...) una economía menos insostenible y más ecológica que los esfuerzos del ambientalismo de la eco-eficiencia o del conservacionismo internacional” (Martínez Alier, 2015, p. 71).

Uno de los ejes que visibiliza este campo se refiere al concepto de *distribución ecológica*, que refleja la carga desigual de los costos ambientales producto de las denominadas externalidades del modelo de desarrollo.¹⁴ Sus consecuencias afectan el ambiente, la salud y la producción; es decir, al hábitat campesino en su conjunto. Recurrentemente, la perspectiva de la sustentabilidad oculta este problema de distribución bajo discursos aparentemente favorables para el cuidado del ambiente. De allí que este marco conceptual incorpora la ecología política como campo de

13. Visto desde el paradigma del desarrollo, se pretende comprender el territorio como espacio unidimensional; es decir, el territorio como una dimensión del desarrollo, muy común en la implementación de los denominados proyectos de desarrollo territorial (Maçano Fernandes, 2005).

14. La “externalidad” vinculada a la economía clásica implica la concepción de que “los sistemas económicos eran abiertos, siempre podían crecer, y no se atendían las externalidades ambientales. En algunos casos se asumía que los recursos naturales eran infinitos, o bien que el mercado aseguraría que aquellos que se volvían escasos serían suplantados por otros” (Gudynas, 2010, pp. 44-45). Al contrario, consideramos necesario revisar críticamente este concepto, pues toda consecuencia generada a partir de un proceso es parte misma del proceso. Es decir, cuando una situación genera algún daño, este no puede ser considerado como algo exterior a ella, lo cual involucra su responsabilidad en dicho perjuicio.

estudio que aborda los conflictos ambientales haciendo énfasis “en el estudio de las relaciones de poder, configuradas históricamente como mediadoras de las relaciones sociedad/naturaleza” (Alimonda, 2016, p. 37).

En ese sentido, desde hace algunas décadas las relaciones de poder están volviendo tensos los debates sobre la sustentabilidad, los cuales suponen comprensiones diferentes del mundo. Entendemos que la sustentabilidad se ancla en el esfuerzo de no transgredir

los límites biogeoquímicos del planeta, en relaciones comerciales cada vez menos desiguales, en la valoración de la naturaleza desde una diversidad e inconmensurabilidad de valores, en el diálogo social, y en la participación y construcción social de los territorios (Martínez Alier, 2015, p. 71).

Estas características comprenden dimensiones políticas que apuntan hacia el debate del desarrollo. En este trabajo no vamos a profundizar sobre dicho eje, pero resulta necesario señalar que la noción de desarrollo sustentable ha puesto en crisis la posibilidad de un crecimiento económico exponencial e ilimitado. Sin embargo, ese esquema continúa promoviendo una economía basada en el progreso, tácito en el concepto de desarrollo y que pone en tensión el sentido de la sustentabilidad.¹⁵

Esta amplitud del debate en torno a la sustentabilidad y el desarrollo involucra un amplio abanico de prácticas que se enuncian desde la preocupación por la conservación del ambiente, pero comprenden diferencias epistemológicas que suponen distintas alternativas políticas, económicas y sociales. Por lo tanto, es necesario ir más allá del rótulo *desarrollo sustentable* para indagar en cada caso cómo se “desempeñan los límites ecológicos, las formas de valoración (ética), las concepciones sobre la apropiación y uso

de los recursos naturales (economía), el papel de la ciencia y la tecnología, o los modos de debatir y tomar decisiones (política)” (Gudynas, 2010, p. 46). Colocando en el horizonte la necesidad de asegurar la supervivencia de ecosistemas más allá de su capitalización, supone desarticular la idea del crecimiento económico como motor del desarrollo con acento en la calidad de vida (Gudynas, 2010).¹⁶ En síntesis, no hay sustentabilidad en miradas deterministas, sino se establecen “límites de posibilidad ambiental y social bajo las cuales se pueden ensayar diferentes estilos de desarrollo, con distintos énfasis en el consumo, y en el ordenamiento económico”; en consecuencia, “la apuesta a la sustentabilidad (...) implica seguir estrategias por las cuales la pobreza se reduce y la opulencia se limita” (Gudynas, 2010, p. 54), teniendo en cuenta la apropiación de bienes naturales y los costos ambientales.

Este debate sobre la sustentabilidad y el desarrollo también ha entrado de lleno dentro de los discursos dominantes a escala mundial, sobre todo el encabezado por la Organización de las Naciones Unidas. La Agenda 2030¹⁷ (Naciones Unidas, 2018, p. 5) propone “una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron”, y de esta manera conforma una referencia de trabajo institucional para los próximos años. Es decir, plantea un *desarrollo sostenible* de carácter integral, a partir de comprender la inviabilidad del sistema productivo actual, al declarar que ya no es viable continuar con los mismos patrones de producción, energía y consumo “lo que hace necesario transformar el paradigma de desarrollo dominante en uno que nos lleve por la vía del desarrollo sostenible, inclusivo y con visión de largo plazo” (Naciones Unidas, 2018, p. 7).

15. Abrir el debate sobre el concepto de desarrollo implica abordar preguntas que, por los límites y la extensión de este trabajo, no sería posible. Las distintas perspectivas sobre el tema apuntan a debatir si es posible seguir imaginando tipos de desarrollo, incluso sustentables, o si resulta necesario pensar alternativas a la idea de desarrollo. Para profundizar esos debates recomendamos Svampa y Viale (2014) y Escobar (2007).

16. Es importante destacar que el autor sostiene que una prioridad de la sustentabilidad implica asegurar que las personas puedan satisfacer sus necesidades, sobre todo en regiones en condiciones de desigualdad históricas, como América Latina.

17. “La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que pone la igualdad y la dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente” (Naciones Unidas, 2018, p. 7).

Dicha Agenda presenta diversos objetivos para el desarrollo sostenible (ODS), y propone acciones como: asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos, contribuir al mantenimiento de los ecosistemas, promover la construcción y el reacondicionamiento edilicio con materiales locales, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, promover la reducción de la utilización de recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida de los materiales constructivos (Naciones Unidas, 2018).

Estos debates son una pequeña aproximación a la temática de la sustentabilidad, y lo expuesto nos permite señalar tensiones de una discusión actual que atraviesa el territorio en estudio. Nos interesa destacar que es posible encontrar una estrecha vinculación entre las prácticas campesinas del caso de estudio y los ODS números 2, 11, 12 y 15 de la Agenda, que más adelante analizamos. Y, sobre todo, nos interesa recuperar la propuesta de la ecología política de pensar una sustentabilidad a partir de prácticas existentes entendidas como *ecologismos populares*. Más allá del profuso debate que se nos abre a partir de la crisis ecológica actual y las transformaciones urgentes que nuestra relación con el planeta requiere, también es posible recuperar, a partir de las prácticas históricas de quienes habitan los territorios rurales, formas sustentables de relación con el ambiente y la naturaleza.

CASO DE ESTUDIO Y ANÁLISIS

LA MIRADA POLÍTICA DEL PROGRESO SOBRE EL TERRITORIO RURAL

La estructura agraria de la provincia de Córdoba, Argentina, muestra dos características: *el centro* y *el sureste*, que forman parte de la región pampeana y contiene al desarrollo capitalista centrado en la producción de granos, y *el noroeste* (región extrapampeana), con predominio de monte boscoso, base para el desarrollo de producción campesina (Hocsman, 2014). El hábitat campesino del noroeste se caracteriza por núcleos aislados que distan varios kilómetros entre sí, y cada uno se

articula de varias unidades domésticas que incluyen el trabajo y la producción, así como espacios para la organización colectiva. En paralelo, el modelo productivo extractivista se apropia esta región y la despoja. El avance de la frontera agrícola

sobre territorios ubicados en la zona extrapampeana, tradicionalmente utilizados para explotación forestal y producción familiar de pequeña escala, se basó en el uso de semillas de soya transgénicas adaptadas a suelos de menor productividad relativa (Hocsman, 2014, p. 35).

Este modelo avanza con el aval del gobierno provincial como trofeo de progreso.¹⁸ El Plan de Desarrollo del Noroeste Córdoba (PDNC) es una propuesta de gestión provincial¹⁹ en el territorio rural, implementada a partir del año 2000. El territorio que abarca el PDNC está compuesto por parajes de todo el arco noroeste y noreste de la provincia de Córdoba. Los casos del hábitat campesino a que hacemos referencia involucran algunos de esos parajes de la región pertenecientes a diversos departamentos: Pocho, San Javier, San Alberto y Tulumba.

El Plan contiene diversas acciones relacionadas con el hábitat: caminos, salud, vivienda, electrificación y agua, destinadas a atender las necesidades básicas de este sector de la población de escasos recursos. Es decir, el PDNC impulsa el mejoramiento de las condiciones del hábitat mediante la puesta en marcha de un programa de “discurso modernizador sobre las ruralidades y territorios campesinos desde una idea de progre-

18. En el discurso de entrega de la vivienda número 2,000 correspondiente al “Plan de Sustitución de Viviendas Precarias y Erradicación del Mal de Chagas”, el exgobernador de la provincia expresaba: “Esto es progreso para Córdoba, dignidad para las familias, es justicia social y ganarle la batalla al Mal de Chagas”. Portal de noticias del gobierno de Córdoba, publicado el 31 de agosto de 2017. Disponible en: <http://prensa.cba.gov.ar/gobernacion/chagas-schiaretti-entrega-la-vivienda-numero-2-000-del-plan-de-erradicacion-de-ranchos/>.

19. La ejecución del Plan supone la integración de distintas dependencias gubernamentales; el gobierno nacional financia este proyecto, gestionado desde el Ministerio de Servicios Públicos de la provincia de Córdoba (MSP), mediante préstamos internacionales pertenecientes al Banco Mundial (BIRF 4454-AR) y al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (TF 020548-AR), sumados a financiamiento público-privado local (UCP, 2008, p. 7).

so, dignidad y sanidad” (Sesma et al., 2019, p. 255). A pesar de que promueve un mejoramiento del hábitat campesino de forma integral, podemos observar un elemento recurrente en el discurso y la argumentación de este programa estatal, centrado en enfrentar un problema endémico, como la enfermedad de Chagas,²⁰ a partir de la eliminación de la vivienda campesina, y reduciendo gran parte del problema de la proliferación del insecto transmisor al modo constructivo vernáculo, idea que se encuentra desarrollada en los apartados siguientes del análisis. En muchos aspectos, el Plan supone procesos de desterritorialización (Haesbaert, 2013), al despojar los valores con que al hábitat campesino produce su territorio. Ante todo esto, consideramos necesario revisar perspectivas alternativas para abordar esta problemática.

LA OTRA MIRADA: EL HÁBITAT CAMPESINO

Las características señaladas sobre el hábitat campesino constituyen la síntesis de una compleja e histórica forma de vida arraigada en el territorio; como indicamos anteriormente, compone una forma específica de producción de espacio que, además lo mantiene vigente (Mañano Fernandes, 2005). Ante ello, nos preguntamos si resulta posible que ese habitar, aun siendo deslegitimado por las políticas habitacionales mencionadas, sea capaz de componer formas de sustentabilidad vinculadas a un ecologismo popular. Para abordar esta pregunta, identificamos tres prácticas que consideramos propias e históricas del hábitat campesino y que cuidan la naturaleza. Nos interesa señalar estas en particular, puesto que contienen rasgos reconocibles en discursos dominantes sobre sustentabilidad a escala mundial y, paradójicamente, son negados para este territorio rural por la política provincial que pretende *desarrollar* la región.

PRODUCCIÓN DE PEQUEÑA ESCALA

Como señalamos, los núcleos de viviendas están compuestos por varias familias y también contie-

nen espacios de trabajo y producción. Quienes allí habitan se sostienen económicamente mediante diversas actividades productivas agroganaderas (producción caprina, derivados lácteos de dicha producción, arropes, dulces, frutos y yuyos del monte) de pequeña escala, suficientes para su subsistencia y para incorporarse a pequeñas redes de comercialización informal. Como señala Gudynas (2010), es un tipo de economía que permite estrategias para evadir la pobreza, a la vez que la meta no se encuentra en la opulencia; es decir, rompe con la lógica exclusiva del crecimiento económico y hace hincapié en sostener una calidad de vida.

Este tipo de economía implica un uso regulado de la escasa agua disponible en la región y la rotación de siembras según lo disponible en cada época del año. Incluso los límites del espacio no reproducen el esquema convencional de la propiedad privada. Ejemplo de esto es el pastoreo del ganado, que recorre espacios de campo abierto (campos vecinos) y permite el crecimiento regulado de los pastos y el cuidado del suelo. Encontramos en estos procesos una relación con la naturaleza basada en el cuidado y con el propósito de sostener a largo plazo su economía. En ese mismo sentido, se realiza la elaboración de productos derivados de yuyos y frutos del monte, que van desde productos medicinales hasta productos comestibles. En general no se realizan siembras individuales con estas especies, sino se practica una recolección en el monte abierto, respetando este bien natural y asegurando períodos de cosecha anuales.

Podemos comprender estas prácticas como semejantes a teorías que se promueven a escala mundial; por ejemplo, la permacultura constituye un sistema proyectado sostenible, e integra armónicamente la construcción material con el paisaje, a la vez que promueve la conservación de los bienes naturales, apuntando al diseño de hábitats humanos sustentables y sistemas agrícolas que imitan las relaciones encontradas en los patrones de la naturaleza (Mollinson y Holmgren, 1978). Estas formas de producción, que el modelo agrícola actual depreda y las políticas públicas pretenden modernizar, son equivalentes de las

20. Por razones de extensión no desarrollamos en este trabajo aspectos vinculados a este tema en particular, lo que puede encontrarse en Rolón, Olivarez, Dorado y Varela Freire (2016) y (Mandrini, Cejas y Bazán, 2018).

propuestas de los objetivos de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible en la Agenda 2030, mencionados anteriormente.²¹

IMAGEN 1

Producción pecuaria correspondiente a una familia integrante de la asociación campesina Nuestras Granjas Unidas, en Cura Brochero, Córdoba, Argentina (2018)



Fuente: Fotografía de autoría propia.

Estas formas económicas territoriales se encuentran cada vez más amenazadas por el avance de la frontera agrícola y el esquema extractivista que consolida un uso eficientista del territorio; es decir, provocan los mencionados procesos de desterritorialización que despojan los valores territoriales preexistentes (Haesbaert, 2013). En consecuencia, generan un acceso desigual a bienes naturales como el agua y la tierra: aparecen nuevos límites físicos para el pastoreo del ganado (se construyen alambrados eléctricos que impiden al animal recorrer los campos libremente, al mismo tiempo que las pasturas se ven modificadas por la degradación del suelo producto de la agricultura intensiva), se producen desmontes de árboles nativos (a partir del cual comienzan a escasear frutos de monte y plantas nativas, acervo medicinal ancestral), se generan nuevos proble-

mas sanitarios por el uso masivo de agrotóxicos, etcétera.

A pesar de que estas formas de producir en los territorios rurales dialogan estrechamente con los modos de sustentabilidad propuestos en el discurso dominante mundial, siguen siendo formas de producción amenazadas y prácticas deslegitimadas por la política provincial.

MATERIALES, DISEÑO Y FORMAS DE CONSTRUCCIÓN

La autoconstrucción forma parte de las prácticas históricas de los grupos familiares campesinos. Mediante esta modalidad se ponen en juego lazos familiares y comunales, conocimientos técnicos consolidados por la práctica cotidiana a través de la enseñanza inter-generacional y el aprovechamiento de recursos locales. Los grupos familiares emplean, de esta forma, una tecnología constructiva que les es propia, que se desprende de sus posibilidades físicas y que se funda integralmente en su conocimiento, así como sucede con otras actividades: la construcción colectiva campesina constituye una metodología también utilizada para otras actividades, tales como faena, cosecha, huerta, etcétera:

el trabajo de construcción de la casa no se constituyó históricamente en el campesinado como un trabajo especializado, sino como un trabajo vulgar, transmitido y conocido por todos, así como la producción de la manteca o de la harina para el consumo propio de la familia (Lenzi, 2017, p. 106).

La arquitectura de sus viviendas originales se ha caracterizado por el empleo de sistemas estructurales independientes, contruidos con columnas y vigas de madera locales. Cerramientos laterales materializados principalmente con muros de quincha y adobe, empleando materiales disponibles en la zona (diversos tipos de plantas que proveen ramas, maderas, cañas, así como también piedras y distintos tipos de suelos); otros provenientes de su propia producción (cueros, grasas y pinturas), y en el último tiempo se ha incorporado algunos materiales industriales (chapas, puertas y venta-

21. ODS 2: poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. ODS 11: lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. ODS12: garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. ODS 15: promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica.

nas metálicas, vidrios, etcétera) procurando adaptarlos a las necesidades particulares.

En cuanto al diseño arquitectónico, también existen muchas similitudes con lo que se promueve como diseño bioclimático. A partir de la utilización de sus saberes ambientales, las familias presentan una plena conciencia del comportamiento del entorno natural en cuanto a ubicar sus construcciones. Esta práctica arroja como resultado todo tipo de acciones que tienden a utilizar los recursos naturales a favor de los espacios construidos, como, por ejemplo espacios de galería o enramada, que aportan sombra donde se desarrolla gran parte de las actividades cotidianas colectivas, debido a las elevadas temperaturas en la región a lo largo del año. Otras acciones se centran en la ejecución de muros aislantes o acumuladores de calor, techos sombra, ventilación cruzada, etc. A partir de estas acciones se logran edificaciones de bajo consumo de energía en toda su vida útil, lo que reduce los consumos por climatización para lograr un confort interior estable, ya que las características de los materiales empleados presentan la capacidad de regular la humedad ambiental, situación que impacta directamente en la economía y en la calidad de vida familiar. Esto también es recomendado por la Agenda 2030: el ODS 11 promueve la sostenibilidad a partir de la construcción con materiales locales y el uso eficiente de recursos (Naciones Unidas, 2018).

En esa línea, las técnicas constructivas conocidas como arquitectura y construcción con tierra (Rotondaro, 2012; Sosa y Latina, 2018) utilizan materiales que no han pasado por procesos industriales en gran porcentaje, con lo que colaboran con el cuidado del ambiente, la salud de las personas y los ecosistemas. Las Naciones Unidas, a fines del siglo pasado, estimaban que cerca de un tercio de la población mundial vivía en un hábitat construido total o parcialmente con tierra. A pesar de la diversidad de requerimientos, fue el aprovechamiento de sus propiedades físicas y térmicas, su inmediata disponibilidad y su facilidad de trabajo con herramientas manuales, lo que permitió el desarrollo y la transmisión de distintas técnicas constructivas (Sosa y Latina, 2018).

La promoción de la arquitectura y la construcción con tierra por parte del Estado²² se ha venido implementando en casos aislados en los últimos años. En contraposición, el Plan de Sustitución de Viviendas Precarias y Erradicación del Mal de Chagas, inscripto en el PDNC, implica la construcción de viviendas nuevas, que a veces coexisten con otras edificaciones autóctonas, mientras que otras son sustituidas. Las viviendas nuevas responden a lógicas de la vivienda urbana y presentan limitaciones al ser transferidas al entorno campesino, tanto en el confort climático interior como en la mayoría de los aspectos señalados en este análisis.

A pesar de que existen ejemplos diversos de promoción de estos modos de materializar el hábitat, encontramos en el caso del noroeste cordobés una oportunidad para preguntarnos: ¿por qué la misma forma constructiva puede ser silenciada desde algunas ideas políticas y promovida por otras?, ¿en qué sentido esos modos de construcción campesinos dialogan con los discursos sustentables globales? Consideramos que la utilización de materiales locales, disponibles en el entorno para la edificación de sus viviendas y espacios productivos atiende a la idea de materiales de bajo impacto ambiental que esos mismos discursos promueven, evitando un gasto excesivo en su transporte, al tiempo que se evita la generación de residuos de obra, al tratarse de materiales biodegradables en un gran porcentaje.

22. En la provincia existen diversas acciones de promoción de este tipo de arquitectura; entre otras, vale destacar el proyecto para el Salón de Usos Múltiples Experimental del Instituto Nacional de Tecnología (INTI).

IMAGEN 2

Vivienda original de adobe a la derecha en convivencia con vivienda del PDNC hacia el fondo Grupo Agua Viva, en La Patria, Córdoba, Argentina, (2018)



Fuente: Fotografía de autoría propia.

MIXTURA DE FUNCIONES

El diseño funcional de las viviendas vernáculas emerge, indefectiblemente, de las necesidades de cada familia. Este diseño contiene una lógica que habilita la progresiva expansión de la vivienda. La distribución espacial de la vivienda en cuestión usualmente empieza por un núcleo pequeño de lugar social (comedor), uno privado (dormitorio) y uno de servicio (cocina, baño, o ambos); luego se van incorporando otros espacios según el crecimiento de cada familia. En la mayoría de los casos, el espacio de encuentro social se encuentra contiguo a una galería o enramada, donde se realizan actividades sociales y colectivas, en un espacio de transición entre el adentro y el afuera, generalmente desdibujado en el territorio rural, ya que la mayor parte del tiempo se habita el exterior. Por ejemplo, uno de los espacios centrales es el fogón, al exterior de la vivienda, donde se desarrollan las actividades domésticas vinculadas a la cocina y a las actividades productivas, como la elaboración de quesos y dulce de leche de cabra, pasteurización de leche de cabra y cocina de cueros de animales.

Este tipo de diseño reúne usos y funciones correspondientes a varios grupos familiares que articulan no solo lo doméstico, sino también lo productivo y lo comunitario (espacios abiertos

de esparcimiento y organización colectiva). Es decir, algunas prácticas productivas se realizan colectivamente; esto se ve reflejado en el espacio por la organización de los lugares colectivos de producción, que se encuentran distribuidos en terrenos de diferentes integrantes de la comunidad, y que conviven con las propias prácticas domésticas del propietario o la propietaria. Es decir, la actividad económica productiva transcurre en el mismo espacio que la doméstica, en sus viviendas y peridomicilio.

Este tipo de integralidad funcional se promueve en la actualidad por lógicas urbanas que implican acciones sostenibles a partir del diseño de vivienda agrupada, la realización de huertas comunitarias urbanas que promueven la agricultura en la ciudad, la reducción de distancias de movilidad a partir de la cercanía entre lugar de residencia y de trabajo, todas medidas de mitigación a los problemas ambientales.²³ Como complemento a la idea de reducir la movilidad entre lugares de residencia y trabajo, se considera que, en el momento en que una sociedad se hace tributaria del transporte para sus desplazamientos cotidianos, se pone de manifiesto la contradicción entre justicia social y energía motorizada. La dependencia en relación con el motor, niega a una colectividad precisamente aquellos valores que se considerarían implícitos en el mejoramiento de la circulación (Illich, 1985). En la misma línea, la permacultura también realiza sus aportes, por proponer que el desplazamiento de materiales, personas y otros seres vivos debe ser lo menor posible en cualquier sistema, para ahorrar energía y tiempo. Esto representa una nueva idea para la modernidad de la comodidad y el poder que derivan del incremento de la movilidad y de la velocidad de traslados.

Bajo una mirada crítica, consideramos que las viviendas del PDNC carecen de un diseño funcional apropiado y presentan una falta de interpre-

23. Estas sugerencias, consideradas como intervenciones para mejorar las condiciones ambientales de la ciudad actual, se encuentran en múltiples trabajos, cartillas y manuales que promueven la ecología urbana. Se puede consultar: Velasco Rodríguez *et al.* (2011), Gonzalvez y Labrador (2011), entre otros.

tación de los modos de vida campesinos, de las costumbres y formas de vida históricas. Esto se ve reflejado en un producto arquitectónico de vivienda urbana que no considera las funciones reales anteriormente analizadas. Se puede observar en la falta de lugares adecuados para la producción económica familiar y la ausencia de elementos simbólicos como el fogón dentro del diseño integral: la introducción de cocinas modernas, cuando la práctica de cocinar históricamente se ha realizado en el espacio exterior. Todos estos elementos de diseño, sumados a la elección de materiales diferentes de los originales, constituyen partes de una lógica urbanocéntrica distante de la identidad cultural precedente.

IMAGEN 3

Huerta comunitaria de la asociación campesina “Los Algarrobos” en Tulumba, provincia de Córdoba, Argentina, 2020



Fuente: Fotografía de autoría propia.

CONCLUSIONES

En los casos del noroeste cordobés analizados resulta posible reconocer formas recíprocas de relación entre el habitar, el ambiente y la naturaleza, vinculadas al modo de vida campesino histórico y vigente en esta región que, en narrativas actuales, se señalan como elementos vinculados a la sustentabilidad, tales como el predominio de uso de materiales locales en la construcción, las huertas comunitarias, la mixtura de funciones en un mismo lugar, los espacios de producción

próximos a los espacios residenciales, el uso de energía renovable, etc. Todos ellos son fácilmente reconocibles en las tradiciones del hábitat campesino, aunque no sean enunciados como sustentables. En ese sentido, en este trabajo pretendemos dar cuenta de que en estos territorios rurales existen factores que impactan en la desarticulación de las formas de vidas preexistentes.

La principal política pública que interviene en esta región es el Plan de Desarrollo del Noroeste Cordobés que, desde una lógica urbanocéntrica, plantea un mejoramiento de las condiciones habitacionales y erradica la vivienda vernácula. Al mismo tiempo, la construcción de la vivienda nueva pone en marcha el circuito económico de la construcción con materiales industriales que implican mayores impactos ambientales. A partir de la erradicación de la vivienda original, también queda oculta gran parte de las prácticas campesinas que eran capaces de subrayar su modo de relación histórico con el ambiente y la naturaleza.

Por otro lado, desde hace décadas que el vaciamiento y la deslegitimación del habitar campesino se vienen intensificando por el sistema productivo extractivista que continúa expandiendo sus fronteras hacia territorios que antes eran considerados improductivos por el capital. Las características geográficas y ambientales de esta región no eran óptimas para el modelo agrícola intensivo; sin embargo en la actualidad, el avance de la tecnología ha transformado esta situación y está permitiendo la expansión del modelo con el aval del gobierno provincial. Esto puede observarse, por ejemplo, con las extensiones de las redes eléctricas en la región, que posibilitan la incorporación de empresas agrícolas para la producción de leguminosas a gran escala, mientras que a escasos kilómetros los sectores campesinos no cuentan con ese servicio. También con la ejecución de círculos de riego para nuevas producciones agrícolas, que genera un consumo de agua excesivo en una zona donde su escasez es un grave problema; a su vez, la producción incorpora nuevas semillas modificadas genéticamente para aumentar su rendimiento. Este modelo incorpora a la región nuevos problemas sanitarios, además del acaparamiento de tierras y la apropiación de

bienes naturales, que agravan la situación ambiental y dejan atrás todo posible debate sobre las nuevas (o viejas) narrativas de la sustentabilidad.

El término sustentabilidad se transforma en un sentido en disputa, pero compartimos con Gudynas (2010) que, más allá de cómo enunciemos las prácticas, el valor reside en cómo cada situación resuelve los límites ecológicos, las formas de valoración, las concepciones sobre apropiación y uso de los bienes naturales, la importancia de la ciencia y la tecnología, o los modos de debatir y tomar decisiones priorizando la vida y no el crecimiento económico infinito. En ese sentido, consideramos que el hábitat campesino demuestra su capacidad para disputar el sentido de la sustentabilidad desde sus modos de hacer y de producir históricos.

Por ello consideramos que la ecología política puede ser una opción para repensar la idea de sustentabilidad en el ámbito rural, y aportar a la transición hacia políticas públicas de carácter local apropiadas a los modos de habitar campesinos, tanto históricos como actuales, donde el ambiente es parte constitutiva. Además, este trabajo contribuye al estudio de las relaciones de poder que median con el ambiente; como señalamos, la Agenda 2030 fomenta el desarrollo y la divulgación de tecnologías ambientalmente racionales, y la colaboración local entre ciencia, tecnología e innovación. En el caso de la implementación de las políticas provinciales, como la del PDNC, se encuentran limitaciones para generar un diálogo entre el sector político, la comunidad y el sector científico-tecnológico. Estos vínculos colaborativos entre sectores diversos podrían plantear respuestas superadoras en la línea de la sustentabilidad integral, abarcando elementos de lo social, lo económico, lo ambiental, lo ético y lo político. Principalmente, un horizonte de alternativas sustentables exige recuperar las acciones del ecologismo popular, aquí expresadas en las prácticas históricas del habitar campesino.

APOYOS

Esta investigación fue financiada con fondos provenientes del Consejo Nacional de Investigacio-

nes Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET), particularmente del Ministerio de Ciencia y Técnica (MINCYT) de la provincia de Córdoba, a través de un Proyecto Orientado a la Demanda y a las Oportunidades (PIODO) durante los años 2018 y 2019.

BIBLIOGRAFÍA

- Alimonda, Héctor (2016). "Notas sobre la ecología política latinoamericana: arraigo, herencias, diálogos". *Ecología Política*, 51, pp. 36-42. Disponible en: <https://www.ecologiapolitica.info/?p=6017>.
- CELS (2017). *Hábitat digno. Diez propuestas de políticas públicas*. Buenos Aires: Asociación Civil Centro de Estudios Legales y Sociales. Disponible en: https://www.cels.org.ar/web/wp-content/uploads/2017/07/HD_web.pdf.
- Escobar, Arturo (2007). *La invención del Tercer Mundo. Construcción y deconstrucción del desarrollo*. Caracas: Fundación Editorial El Perro y La Rana.
- Flyvbjerg, Bent (2006). "Five Misunderstandings about Case Study Research". *Qualitative Inquiry*, 12, p. 2. California: Sage.
- Foucault, Michel (1976). *Las redes del poder*. Conferencia en la Facultad de Filosofía de la Universidad del Brasil.
- Gonzalez, Victor y Juana Labrador (Comp.) (2011). *Cuaderno de resúmenes del I Congreso Estatal de Agricultura Ecológica Urbana y Periurbana*. Alicante: SEAE.
- Gudynas, Eduardo (2010). "Desarrollo sostenible: una guía básica de conceptos y tendencias hacia otra economía". *Otra Economía*, IV (6). Disponible en: <https://revistaotraeconomia.org/index.php/otraeconomia/article/view/1182>.
- Velasco Rodríguez, Guillermo *et al.* (2011). *Guía para el desarrollo local sustentable*. México: Secretaría de Desarrollo Social, Banco Mundial.
- Haesbaert, Rogerio (2013). "Del mito de la desterritorialización a la multiterritorialidad". *Cultura y Representaciones Sociales*, 8 (15), pp. 9-42. Disponible en: <http://www.culturayrs.unam.mx/index.php/CRS/article/view/401/401>.
- Hocsman, Luis Daniel (2014). "Tierra, capital y producción agroalimentaria: despojo y resistencias en Argentina". En Almeyra *et al.* (Coord.). *Capi-*

- talismo: tierra y poder en América Latina (1982-2012)*. México: CLACSO, Ediciones Continente.
- Illich, Iván (1985). *Energía y equidad*. México: Joaquín Mortiz.
- Lenzi, Cecília (2017). *A habitação camponesa no programa MCMV*. Tesis de maestría. Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (inédita).
- Lefebvre, Henri (1976). *Espacio y política*. Barcelona: Ediciones Península.
- (2013). *La producción del espacio*. Madrid: Capitán Swing.
- Leff, Enrique (2003). “La ecología política en América Latina. Un campo en construcción”. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana* 1 (5), p. 0. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.32735/So718-6568/2003-N5-225>.
- Mançano Fernandes, Bernardo (2005). *Movimentos socioterritoriais e movimentos socioespaciais: Contribuição teórica para uma leitura geográfica dos movimentos sociais*. Buenos Aires: OSAL, CLACSO.
- Mandrini, María Rosa; Cejas, Noelia y Bazán, Agustina (2018). Erradicación de ranchos, ¿Erradicación de saberes? Reflexiones sobre la región noroeste de la Provincia de Córdoba, Argentina. *Anales del IAA*, 48(1), pp. 83-94. Recuperado de: <http://www.iaa.fadu.uba.ar/ojs/index.php/anales/article/view/265/453>
- Martínez Alier, Joan (2004). *El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Barcelona: Icaria.
- (2015). “Ecología política del extractivismo y justicia socio-ambiental”. *Interdisciplina* 3 (7), pp. 57-73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52384>.
- Martínez Coenda, Virginia (2019). “¿Cómo mirar al campo? Herramientas conceptuales para el abordaje del hábitat campesino latinoamericano”. En Mandrini y Quevedo (Comp.). *Debates sobre el hábitat: una aproximación interdisciplinaria*. Córdoba: CONICET
- Merlinsky, Gabriela (2013). “La cuestión ambiental en la agenda pública”. En Gabriela Merlinsky (Comp.). *Cartografías del conflicto ambiental en Argentina*. Buenos Aires: CICCUS.
- Mollison, Bill y David Holmgren (1978). *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements*. Australia: Tagari Publications.
- Naciones Unidas (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*. Santiago.
- Pérez Orozco, Amaia (2006). *Perspectivas feministas en torno a la economía: el caso de los cuidados*. Madrid: Consejo Económico y Social.
- Porto-Gonçalves, Walter (2017). “De utopías e de topoi: espaço e poder em questão (perspectivas desde algumas experiências de lutas sociais na América Latina/abya yala)”. *Geographia Opportuno Tempore, Londrina* 3 (2), pp. 10-58. Disponible en: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/32464>.
- Rolón, G.; Olivarez, J.; Dorado, P. y G. Varela Freire (2016). “Las construcciones del espacio domiciliar y peridomiciliar rural como factores de riesgo de la enfermedad de Chagas”. *Construcción con Tierra CT7*. Buenos Aires, Argentina: CIHE-FADU-UBA, pp. 57-68.
- Rotondaro, Rodolfo (2012). “Influencia de la innovación tecnológica en las tradiciones constructivas y proyectuales: el caso de la Arquitectura de Tierra Contemporánea del NOA”. *Seminario de Críticas*, núm. 180. Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas.
- Santos, Milton (1996). *Metamorfosis del espacio habitado*. España: Oikos-tau.
- Sesma, María Ines; Mandrini, María Rosa; Cejas, Noelia; Quevedo, Cecilia; Huerta, Guadalupe (2019). “La erradicación del rancho como silenciamiento de memorias constructivas subalternas”. *Memorias y patrimonios: relatos oficiales y disputas subalternas*, compilado por Giordano et al. Córdoba: CONICET
- Sosa, Mirta y Stella Maris Latina (2018). “Bioarquitectura: diseño y construcción con tierra. Bioarquitectura”. *Diseño y construcción con tierra*, 1 (2). FAUD, UNC.
- Svampa, Maristella y Enrique Viale (2014). *Maldesarrollo. La Argentina del extractivismo y el despojo*. Buenos Aires: Katz Editores.
- Unidad Coordinadora del Permer — UCP (2008). *Marco para el manejo ambiental y social*. Disponible en: <https://permer.se.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3714>.
- Vanoli, Fernando (2019). “Producción de espacio abstracto: fronteras periurbanas, relaciones de dominación y resistencias”. *Debates sobre el hábitat: una aproximación interdisciplinaria*, compilado por Mandrini y Quevedo. Córdoba: CONICET

RESEÑA

Estudios sobre energía y medio ambiente en la arquitectura

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i9.1166>.

M. PALOMA GIOTTONINI

<https://orcid.org/0000-0003-2999-5649> / mpgiotto@ucla.edu

University of California Los Angeles (UCLA). USA.

Es un honor presentar una obra tan relevante tanto en tema como en temporalidad. El presente libro, *Estudios sobre energía y medio ambiente en la arquitectura*, coordinado por la doctora María Guadalupe Alpuche Cruz y publicado por la Universidad de Sonora en el año de 2019, compila cinco estudios de caso que nos ofrecen estrategias y herramientas prácticas para mejorar el medio ambiente construido.

Este texto es de particular relevancia precisamente en esta época en que la sustentabilidad ha ganado relevancia en el quehacer arquitectónico y urbano. Sin embargo, aunque pareciera estar en todas partes, la sustentabilidad sigue siendo un concepto difícil de operacionalizar. Los casos que se presentan en este libro son de particular importancia respecto de este efecto.

Asimismo, como establece la doctora Yanes en su introducción al libro: “la formación de recursos humanos, así como la generación, transferencia y aplicación del conocimiento sobre la sustentabilidad aplicado a la habitabilidad es un compromiso ineludible”.

Yo añadiría que la generación de conocimiento enfocado en atender las demandas de las características climáticas de nuestra región es sin lugar a duda una prioridad innegable para todos los que de alguna manera estamos relacionados con el ámbito de la construcción, de la vivienda y de la planificación urbana en ciudades con climas áridos.

Tres principios básicos de la sustentabilidad: viabilidad económica y ecológica, equidad e inclusión social, y habitabilidad (Brundtland, 1987)

A nosotros los arquitectos se nos adjudica casi automáticamente la labor de explorar la temática de la habitabilidad, usualmente centrada en el ser humano. Sin embargo, creo que es necesario que empecemos a expandir nuestra visión y nuestro entendimiento de los sistemas en que nos desenvolvemos profesionalmente. ¿Cómo podemos los arquitectos asegurarnos de que nuestra labor incorpore tanto la viabilidad económica como la ecológica, y abarque también la equidad y la inclusión social? Estos son temas que generalmente no están dentro de nuestros programas de aprendizaje, y temo generalizar que la mayoría de los arquitectos nos quedamos cortos frente al reto.

Por eso este libro resulta de lectura obligatoria tanto para los estudiantes de arquitectura como para los colegas miembros de la facultad y los practicantes en el campo profesional, pues nos presenta cinco casos de estudio enfocados en distintas localidades del estado de Sonora. Cada caso contiene un análisis detallado de diferentes técnicas que podemos aplicar en nuestra labor, y recomendaciones para su inserción en la práctica como para su mejora.



Ventilación pasiva por efecto chimenea en una casa-habitación. Juan Ayala, Irene Marincic y Ana Cecilia Borbón

El primero explora la funcionalidad de la *ventilación pasiva mediante el efecto chimenea*, un tema que ha sido ampliamente aprovechado por las culturas del medio oriente y sur de Asia.

Este análisis nos muestra cómo, mediante ciertas estrategias de diseño, se logra controlar la cantidad de flujo de aire para mejorar el confort en el interior de la vivienda.

Relación entre condiciones interiores de la vivienda, condiciones climáticas (temperatura, velocidad del viento, niveles de radiación)

En el siguiente capítulo se presentan *instrumentos y métodos para la evaluación subjetiva de la iluminación natural* en aulas de instrucción, bajo condiciones de cielo despejado.

Arlet Alejandra Chávez e Irene Marincic proponen complementar la evaluación cuantitativa; es decir, las mediciones de parámetros del ambiente luminoso, con evaluaciones cualitativas, pues en ocasiones la percepción del usuario y, en consecuencia, su grado de satisfacción con la iluminación, no corresponde a lo que presentan dichas mediciones.

La evaluación del confort térmico adaptativo percibido en espacios públicos abiertos en la ciudad de Nogales, Sonora. Francisco Guzmán, José Manuel Ochoa y Luisa María Gutiérrez Sánchez

Este capítulo presenta los resultados de un estudio comparativo entre dos espacios públicos, un parque urbano y una unidad deportiva en Nogales, que tiene un clima semi-seco y templado.

Entre sus conclusiones se presentan recomendaciones de diseño y selección de materiales que mejorarían la sensación de confort en espacios públicos y, en consecuencia, podrían prolongar la permanencia de las personas en dichos espacios, ayudando así a fortalecer los lazos sociales que se dan en dichos espacios.

Ana Aranzazú Sánchez, María Guadalupe Alpuche y José Manuel Ochoa

Definición y aplicación de una metodología para obtener el *rango de confort térmico en áreas*

interiores de naves industriales que cuentan con climatización artificial o aire acondicionado.

Nogales, Sonora

El comportamiento del confort térmico dentro de naves industriales es distinto del de otros espacios debido a la presencia de maquinaria que genera una gran cantidad de calor que se suma al gran número de personas que suelen laborar en ellas. Este estudio mide e identifica los rangos de confort térmico para el verano y el invierno, y presenta recomendaciones que serán útiles para que un mayor número de usuarios logre alcanzar dicho confort.

Comportamiento térmico y gasto energético de una vivienda vertical sin aire acondicionado, en clima cálido seco con envolvente de poliestireno y ventanas de doble vidrio. Hermosillo. Samuel Vásquez Rosas, María Guadalupe Alpuche y Ana Cecilia Borbón

En este capítulo se presentan los efectos que tienen la orientación, la ubicación y los materiales constructivos en el comportamiento térmico de diferentes espacios habitacionales en una torre de departamentos, y se identifican las condiciones que puedan tener los resultados más efectivos en términos de confort térmico y consumo energético.

Los cinco proyectos presentan soluciones prácticas y aplicables a algunos de los problemas de habitabilidad y sustentabilidad de nuestra región.

Asimismo, los cinco casos están basados en uno de los principios más importantes de la eficiencia energética: empezar por reducir la demanda a través de un diseño integral y consciente, antes de buscar alguna solución tecnológica y potencialmente de alto costo y mantenimiento.

Por esto su lectura resulta no solo interesante sino también de gran utilidad para enfrentar los retos de nuestros tiempos.

Una sincera felicitación a la doctora Alpuche, tanto como al equipo de autores, y esperemos que este libro sea solo el primero de una larga serie de documentos que nos ayuden a modificar poco a poco la forma en que se construye en nuestra región.

Acerca de los autores

GONZALO BOJÓRQUEZ MORALES

Doctor en Arquitectura por la Universidad de Colima, área de investigación ciencias de la arquitectura-urbanismo. Profesor investigador de la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México; Miembro de: Cuerpo Académico de Diseño Ambiental-UABC. Investigador nacional nivel 1 (SNI), Perfil PRODEP. Arbitro editorial de libros y artículos indizados. Evaluador nacional de programas educativos ANPADEH, PRODEP, de proyectos CONACYT y UNAM de la Academia Mexicana de Ciencias para Verano Científico. Profesor invitado del Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura (Universidad de Colima, PNPIC-nivel internacional). Primer lugar y mención honorífica en el “Primer concurso estatal de tecnologías para la vivienda”, gobierno del estado de Baja California. Cuenta con 185 publicaciones (26 capítulos de libro, 25 artículos indexados, 58 publicaciones con estudiantes). Áreas de investigación: Habitabilidad y energía en Arquitectura. Correo electrónico: gonzalobojorquez@uabc.edu.mx.

CARLOS ALFREDO BIGURRA ALZATI

Doctor en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), profesor de tiempo completo en la licenciatura en Arquitec-

tura del área académica de ingeniería y arquitectura del Instituto de Ciencias Básicas e ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Áreas de interés: Diseño, construcción, tecnologías, habitabilidad sustentable, conservación de edificios históricos. Líneas de investigación: Diseño, construcción y tecnologías sustentables. Investigador nacional nivel Candidato (SNI - CONACYT). Ha publicado artículos científicos en revistas indizadas. Correo electrónico: carlos_bigurra@uaeh.edu.mx.

ERICK SANTIAGO CAMACHO AGUIRRE

Profesor-docente adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central del Ecuador, candidato a doctor en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad por la Universidad de Guadalajara, maestro en Diseño Arquitectónico por la Universidad Central del Ecuador, arquitecto por la Universidad Central del Ecuador; forma parte de la planta docente de la carrera en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central del Ecuador, cuenta con experiencia profesional en proyectos de diseño arquitectónico y construcción, en el campo residencial, vivienda en masa, diseño de laboratorios farmacéuticos y científicos, y arquitectura institucional. Correo electrónico: escamacho@uce.edu.ec.

ONOFRE RAFAEL GARCÍA CUETO

Doctorado en Geografía de la UNAM, con el que obtuvo mención honorífica. Especialista en Climatología Física. Docente en diferentes posgrados e investigador titular de proyectos intra e interinstitucionales, con diversas fuentes de financiamiento. Jefe del Laboratorio de Meteorología y Climatología, de la Universidad Autónoma de Baja California, campus Mexicali. Las líneas de investigación en que tiene experiencia son Bioclimatología, Agrometeorología, Climatología Urbana y Estadística Aplicada. Ha publicado artículos científicos en revistas indizadas, ha escrito varios artículos de divulgación, ha participado en 88 publicaciones y 23 proyectos de investigación y ha dirigido cuatro tesis de posgrado. Distinciones: Nivel 1 del SNI, perfil deseable PROMEP, nivel 5 del PPREDEPA. Mención honorífica en doctorado, premio Mauricio Richter en el área de Ciencias, diversos reconocimientos por su dedicación profesional, entre otras. Correo electrónico: rafaelcueto@uabc.edu.mx.

M. PALOMA GIOTTONINI

Doctora en Planificación Urbana por la Universidad de California, Los Angeles (UCLA). Institución de adscripción University of California Los Angeles (UCLA), Institute of the Environment and Sustainability, Center for Corporate Environmental Performance. Su investigación se enfoca en el análisis de políticas públicas en torno a la vivienda, la eficiencia energética y las soluciones para enfrentar el cambio climático en áreas urbanas. Su formación es como arquitecta por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y maestra en Planificación Urbana y Ambiental por la Universidad de Arizona. Correo electrónico: mpgiotto@ucla.edu.

ELDA MARGARITA HERNÁNDEZ REJÓN

Doctora en Planificación Territorial y Desarrollo Regional, Universitat de Barcelona, Facultat

de Geografía i Historia, adscrita a la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller”, Universidad Autónoma de Tamaulipas”, México. Área de investigación y palabras clave: territorio, vivienda, vivienda rural, sustentabilidad. Líneas de investigación: Territorio y sustentabilidad, Vivienda y asentamientos precarios, Mejoramiento de la vivienda y el hábitat rural. Correo electrónico: mrejon@docentes.uat.edu.mx.

LILIANA LIZÁRRAGA MENDIOLA

Profesora investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Área académica de Ingeniería y Arquitectura, Doctora en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México. Investigadora nacional SNI nivel 1, área de investigación: Diseño y Caracterización de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. Cuenta con certificación en la promoción de tecnologías de captación y aprovechamiento de agua de lluvia (AMSCALL AC). Correo electrónico: mendiola@uaeh.edu.mx.

MARCO MEDINA ORTEGA

Profesor-investigador adscrito al Departamento de Estudios Regionales-INESER, del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara, doctor en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad, por la Universidad de Guadalajara, maestro en Desarrollo Regional, por el Colegio de la Frontera Norte, licenciado en Geografía por la Universidad de Guadalajara; forma parte de la planta docente del Doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad de la Universidad de Guadalajara, sus áreas de interés son geografía urbana y reestructuración económica. Correo electrónico: marco-09medina@gmail.com.

RAÚL TREVIÑO HERNÁNDEZ

Doctor en Geografía, Planificación Territorial y Gestión Ambiental, Universitat de Barcelona, Facultat de Geografia i Historia. Adscrito a la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Área de investigación y palabras clave: Territorio, Gestión ambiental, residuos sólidos, vivienda, sustentabilidad. Líneas de investigación: Gestión ambiental del territorio, Sustentabilidad urbana, Vivienda y Hábitat rural. Correo electrónico: rtrevin@docentes.uat.edu.mx.

MARÍA ROSA MANDRINI

Doctora en Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan. Institución de adscripción: Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Área de investigación y palabras clave: hábitat rural, arquitectura de tierra, sustentabilidad. Correo electrónico: mrmandrini8@gmail.com.

HIRAM EDUARDO URIAS BARRERA

Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma de Baja California, área de investigación en

ciencias de la atmosfera-urbanismo. Adscrito al Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México. Correo electrónico: a183783@uabc.edu.mx.

FERNANDO VANOLI

Arquitecto y doctor en Estudios Sociales de América Latina, Universidad Nacional de Córdoba. Institución de adscripción: Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Área de investigación y palabras clave: hábitat, espacio, territorio, ambiente. Correo electrónico: fer.vanoli@unc.edu.ar.

GABRIELA ALEJANDRA VÁZQUEZ RODRÍGUEZ

Ingeniera química por el Instituto Tecnológico de Chihuahua y doctora en Microbiología y Biotecnología por el Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, Francia. Es profesora investigadora del área académica de Química de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, donde se especializa en el desarrollo de procesos de tratamiento del agua. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II, y divulgadora de las ciencias ambientales, la historia ambiental y la sustentabilidad. Correo electrónico: g.a.vazquezr@gmail.com.