

INDICADORES DE RESILIENCIA Y SOSTENIBILIDAD PARA LA VIVIENDA URBANA PANAMEÑA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

RESILIENCE AND SUSTAINABILITY INDICATORS FOR PANAMANIAN URBAN HOUSING IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE

INDICADORES DE RESILIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE PARA A HABITAÇÃO URBANA PANAMENHA DIANTE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Michelle Alina Ruíz González

Ingeniera Civil
Investigadora en el Centro de Estudios Multidisciplinarios en Ciencias, Ingeniería y Tecnología
Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0003-1224-3117>
michelle.ruiz@utp.ac.pa

Yazmin Lisbeth Mack-Vergara

Doctora en Ciencias
Investigadora y Docente Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-1313-9234>
yazmin.mack@utp.ac.pa



RESUMEN

En las últimas décadas, los centros urbanos han enfrentado enormes desafíos, como el aumento de desastres naturales y la imposibilidad de recuperarse de los mismos. En este contexto, el objetivo de esta investigación es proponer indicadores de resiliencia y sostenibilidad para la vivienda urbana panameña en función de los efectos del cambio climático, a través de un extenso análisis sobre la vulnerabilidad del país. Mediante procesos cualitativos fue posible caracterizar una vivienda resiliente y sostenible validada por profesionales nacionales e internacionales para el desarrollo de una propuesta de 29 indicadores que responden a los impactos actuales y futuros producidos por cambio climático: 15 para resiliencia y 14 para sostenibilidad. En este sentido, se logró elaborar una herramienta útil y sencilla para evaluar la resiliencia y sostenibilidad de la vivienda urbana.

Palabras clave

cambio climático, vivienda, desarrollo sostenible, resiliencia

ABSTRACT

In recent decades, urban centers have been facing enormous challenges with the increase in natural disasters, and the impossibility of recovering from them. In this context, the objective of this research is to propose resilience and sustainability indicators for Panamanian urban housing by considering the effects of climate change through an extensive analysis of the country's vulnerability. Using qualitative processes, validated by national and international professionals, it was possible to characterize resilient and sustainable housing and develop a proposal of 29 indicators that respond to current and future climate change-related impacts: 15 for resilience and 14 for sustainability. Thus, building a simple useful tool to evaluate the resilience and sustainability of urban housing.

Keywords

climate change, housing, sustainable development, resilience

RESUMO

Nas últimas décadas, os centros urbanos têm enfrentado enormes desafios como o aumento das catástrofes naturais e a impossibilidade de recuperação dos estragos causados por estas. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é propor indicadores de resiliência e sustentabilidade para a habitação urbana panamenha em função dos efeitos das alterações climáticas mediante uma análise extensiva da vulnerabilidade do país. Esta informação foi analisada por meio de processos qualitativos que permitiram caracterizar uma habitação resiliente e sustentável validada por profissionais nacionais e internacionais. Isto permitiu desenvolver uma proposta de 29 indicadores que respondem aos impactos atuais e futuros das alterações climáticas: 15 para a resiliência e 14 para a sustentabilidade. Neste sentido, obteve-se um instrumento útil e simples para avaliar a resiliência e a sustentabilidade da habitação urbana.

Keywords

mudanças climáticas, habitação, desenvolvimento sustentável, resiliência.

INTRODUCCIÓN

Las ciudades han jugado un papel decisivo en el sostenimiento y la conformación de las principales civilizaciones del planeta desde la antigüedad. Por ello es que a lo largo de la historia ha existido una permanente preocupación por crear y desarrollar ciudades prósperas y sostenibles en el tiempo (Fenollós, 2022). Así lo demuestran recientes estudios que han desarrollado los ideales de las ciudades resilientes y sostenibles: City Resilience Program (World Bank, 2020), City Resilience Index (ARUP y The Rockefeller Foundation, 2014), Resilient Cities and Communities (McCarton, O'Hogain y Reid, 2021), Urban surface uses for climate Resilient and Sustainable Cities: A catalogue of solutions (Croce y Vettorato, 2021), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2018), Estrategia de resiliencia para la ciudad de Panamá (Municipio de Panamá, 2019) y el Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022).

En este marco, el mundo enfrenta hoy problemáticas sin precedentes, como la planificación deficiente, la contaminación, el aumento de la vulnerabilidad a los desastres y el cambio climático (Aguilar, 2020). El crecimiento poblacional y de las ciudades pareciera no detenerse (Vaca y Cartuche, 2018) y los desafíos, ideas y oportunidades se concentran y demandan soluciones sustentables, justas y democráticas (Lima *et al.*, 2020).

No obstante, las ciudades son también fuente de invenciones, desarrollo de nuevas tecnologías y difusión de conocimientos (Fenollós, 2022), donde la conciencia sobre los recursos, el uso eficiente de estos y la conservación de los ecosistemas, se ha vuelto indispensable (Murillo, 2021). Desde esa perspectiva, se cuenta con la posibilidad de encabezar un cambio que incorpore medidas de adaptación y mitigación del cambio climático en las ciudades, desde su unidad esencial, la vivienda (Cobo y Montoya, 2021). De esta manera, se podrá reducir la exposición al riesgo y vulnerabilidad climática, a través de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mejora en la gestión de residuos, producción de energía limpia y disminución de la huella de carbono (Sodiq *et al.*, 2019), a fin de que las dimensiones urbanas establecidas evolucionen en congruencia con las dinámicas que experimentan (Valdez, 2021).

Sin embargo, antes de identificar las causas y efectos del cambio climático, se debe clarificar qué se entiende aquí por dicho cambio climático. En el año 1992, la urgencia por adoptar medidas internacionales más contundentes respecto al medio ambiente, toma impulso y queda de manifiesto a través de un consenso mundial sobre cooperación en materia de desarrollo y medio ambiente en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Es en su Artículo 1 que se define

el cambio climático como: "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" (Naciones Unidas, p. 3-4, 1992).

En base a esa definición, se ha evidenciado cómo el conjunto de sustancias y procesos naturales y antropógenos han alterado la Tierra (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018), de tal forma que, desde el siglo XIX, constituye un problema crucial en el que las actividades antropogénicas humanas, producto del crecimiento económico y demográfico, son de las más considerables (Mehmood *et al.*, 2020; Bastidas Pacheco & Hernández, 2019). En efecto, aunque el aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera es un proceso natural, en los últimos años ha alcanzado niveles sin parangón (IPCC, 2018).

Más concretamente, el "Estudio de la urbanización en Centroamérica: Oportunidades de una Centroamérica urbana" (María, Acero, Aguilera y García Lozano, 2018) indica que, en Centroamérica, el 59% de la población habita en zonas urbanas y espera que, en la próxima generación, 7 de cada 10 personas vivan en ciudades. El proceso de urbanización de Panamá resultó de la migración interna de miles de personas desde las zonas rurales hacia las cabeceras de provincias o áreas cercanas a la capital en busca de oportunidades de trabajo, educación y salud, de modo que para el periodo de 1950 al 2000 la población en el área urbana aumentó un 26% (Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC], 2020). Ello presenta distintos retos en las regiones en desarrollo donde existe una capacidad limitada para darles respuesta (Quintana Solórzano, 2017).

Asimismo, las Comunicaciones Nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Ministerio de Ambiente de Panamá, 2020) han identificado a Panamá como un país con alta vulnerabilidad ante el cambio climático, dada su posición geográfica, que evidencia efectos como: aumento del nivel del mar, incremento de la temperatura, variaciones en las precipitaciones y aumento en la ocurrencia de desastres naturales (inundaciones, vientos extremos y deslizamientos de tierra). Esta vulnerabilidad se reconoce como un desafío a nivel global para áreas urbanas en zonas costeras frente al que se deben tomar acciones (Villamil-Cárdenas y Osuna-Motta, 2021).

A su vez, estas Comunicaciones Nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Ministerio de Ambiente de Panamá, 2020) han trazado los escenarios a futuros del país, siguiendo los lineamientos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2018) que pronostican la agudización de los efectos, al tiempo que señalan la variación de estos por región. Por lo anterior, las medidas deberán responder a las necesidades de cada zona,

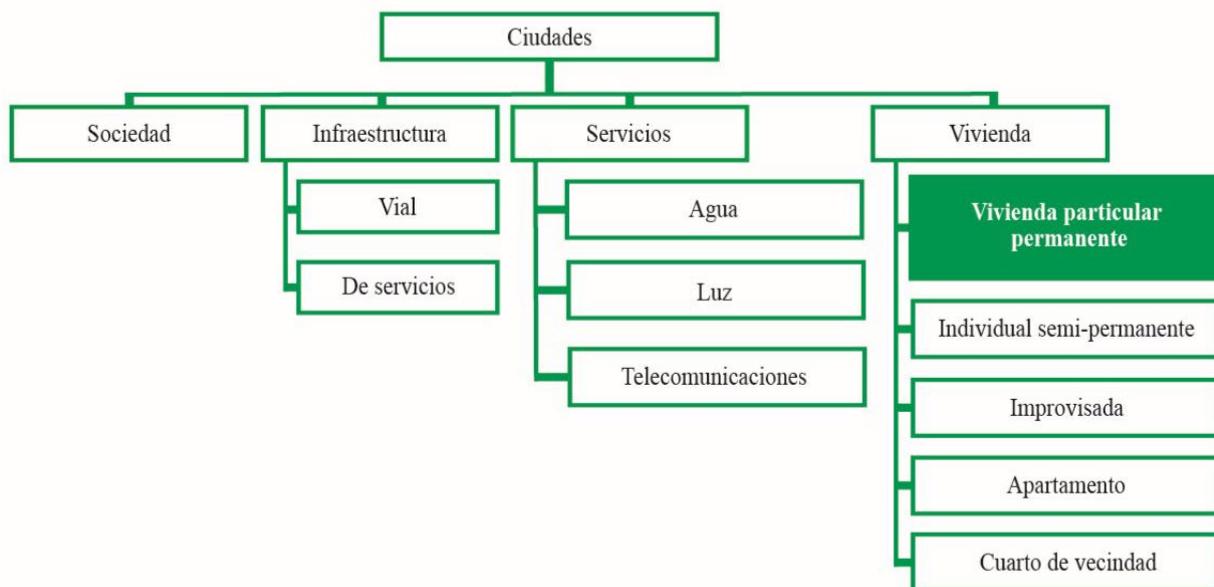


Figura 1. Componentes de una ciudad según el Censo de Panamá de 2010. Fuente: Elaboración de las autoras.

particularmente en términos de vivienda, tema central de esta investigación.

Así, surge la necesidad de contar con herramientas que permitan la evaluación y monitoreo del desempeño de la vivienda, pero que también identifiquen el perfil de la vivienda en términos de resiliencia y sostenibilidad (Adamec, Janoušková y Hák, 2021; Koch y Ahmad, 2018). Se releva, por lo tanto, la importancia de contar con indicadores que permitan encapsular una realidad compleja a través de la medición de las condiciones relacionadas o partes componentes de las características de las viviendas. Ahora bien, es necesario que su aplicación sea rápida y las interpretaciones sean simples, tanto para los tomadores de decisiones como para la sociedad en general (Rivero-Camacho y Ferreira-Sanchez, 2021).

Esta investigación orientó sus esfuerzos a proponer un conjunto de indicadores de resiliencia y sostenibilidad para la vivienda urbana panameña en función de los efectos del cambio climático. El desarrollo de indicadores constituye una piedra angular de evaluación cuantitativa (Mercader, Camporeale y Cózar-Cózar, 2019), como herramienta de información valiosa para conocer el estado actual, en tanto permite generar evidencias en los procesos de decisión y monitoreo de un determinado proceso y evaluar su progreso, ya sea en relación con ciertas metas, cuando estas existen, o con respecto a los niveles observados en un año base (Karis et al., 2019). Se convierte, ciertamente, en un instrumento robusto, práctico y de fácil manejo (González Vallejo, 2018)

cuando se trata de abordar procesos de verificación estandarizados respecto a resiliencia y sostenibilidad en obras de construcción (Canales Valderrama-Ulloa y Ferrada, 2021; Chavez, Trebilcock y Piderit, 2021), que generen información para respaldar cambios en políticas medioambientales hacia un desarrollo sostenible.

METODOLOGÍA

Esta investigación de carácter cualitativo recabó información relevante del cambio climático en el contexto nacional actual y futuro, con miras a lograr una perspectiva más amplia y profunda que permitiera contextualizar la realidad de la vivienda panameña y las viviendas resilientes y sostenibles, de manera de desarrollar una propuesta de indicadores para medir la resiliencia y sostenibilidad de la vivienda en zonas urbanas de Panamá frente al cambio climático. Paralelamente, se realizaron estudios de caso para la evaluación de la manejabilidad de los indicadores propuestos.

UNIDAD DE ESTUDIO

Se abarcaron las consideradas “zonas urbanas” según el INEC (2020), esto es, toda región con una población de por lo menos 1.500 habitantes que cuente con sistemas de servicios básicos. El estudio se enfocó exclusivamente en la vivienda particular permanente, pues según datos del Censo de Vivienda del 2010 (INEC, 2020), correspondía al tipo de vivienda más común y fundamental de la estructura de las ciudades en Panamá (Figura 1).

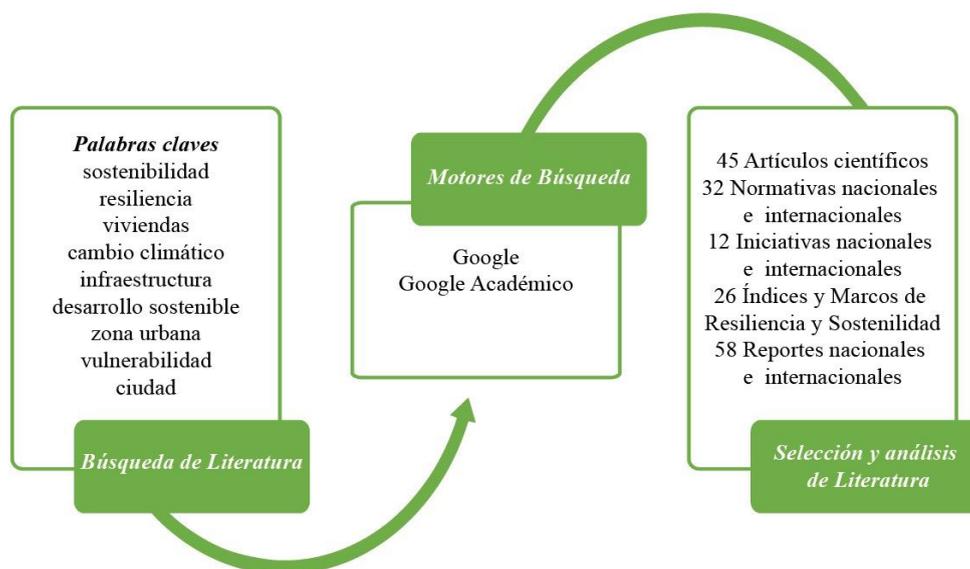


Figura 2. Proceso de revisión de la literatura especializada. Fuente: Elaboración de las autoras.

REVISIÓN DE LITERATURA ESPECIALIZADA

Se realizó una extensa revisión bibliográfica que incluyó documentos nacionales e internacionales, libros, artículos científicos, leyes y normas vigentes, para la cual se utilizó Google Académico como buscador de literatura científico-académica, ya que recaba la mayoría de las publicaciones científicas, y Google como buscador de literatura general. Las palabras claves para la búsqueda de documentos, empleadas en distintas combinaciones, en español e inglés, fueron: sostenibilidad, resiliencia, viviendas, cambio climático, infraestructura, desarrollo sostenible, zona urbana, vulnerabilidad y ciudad.

A partir de lo anterior, se determinaron los antecedentes respectivos a nivel regional y nacional: historia, desarrollo, situación actual y futura, así como las definiciones de cambio climático desde sus inicios, en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Naciones Unidas, 1992), hasta la más reconocida, promulgada por el Panel Intergubernamental (IPCC, 2018). Y bajo este concepto, se identificaron sus causas y efectos a través de diversos informes, artículos y demás documentos.

De esa manera, se llevó a cabo la selección de marcos, artículos científicos e iniciativas de gobiernos que servirían como guías de evaluación y medición del grado en que la vivienda cumple con condiciones de resiliencia y sostenibilidad; términos que, a su vez, se definieron y establecieron para el contexto de la investigación. Esta revisión de literatura especializada generó basta información para analizar y discutir (Figura 2), posteriormente codificar y agrupar sistemáticamente. Se conformó, en definitiva, la base del desarrollo de la

propuesta de indicadores de resiliencia y sostenibilidad para la vivienda urbana panameña frente al cambio climático.

ANÁLISIS CUALITATIVO

El análisis cualitativo se utilizó para profundizar, contextualizar y exponer datos e información sobre la vulnerabilidad de vivienda y personas, tras la identificación de las causas del cambio climático y sus efectos actuales y futuros en Panamá. Se trató de un proceso en cadena que sirvió para delimitar los marcos, artículos y documentos que apoyaron el desarrollo de la propuesta de indicadores de la vivienda resiliente y sostenible para la medición y monitoreo del nivel de servicio, calidad, confort y desempeño de la vivienda en zonas urbanas de Panamá. Asimismo, permitió precisar las herramientas con las que se cuentan a nivel nacional e internacional para su aplicación.

Se desarrolló, seguidamente, la citada propuesta para la vivienda urbana panameña en función de características consideradas y validadas por medio de un cuestionario de tipo abierto y de juicio, que incluyó variables sociodemográficas (Tabla 1), tales como: nacionalidad, área de estudio, área de trabajo y experiencia. La muestra utilizada fue de carácter cualitativa no probabilística, pues recayó en un selecto grupo de expertos nacionales e internacionales, quienes, de manera *online*, por medio de la herramienta Microsoft Forms y a través de correo electrónico durante un periodo de un mes (1 de agosto de 2021 a 31 de agosto de 2021), evaluaron la representatividad de esta ante las necesidades del país en materia de vivienda frente a los efectos del cambio climático.

ENCUESTADOS	PAÍS	ÁREA DE ESTUDIO			ÁREA DE TRABAJO			CARGO				INSTITUCIÓN	AÑOS DE EXPERIENCIA
		Ingeniería	Arquitectura	Especialización	Academia	Industria	Otros	Investigador	Docente	Administrativo	Otro		
A	Panamá	x		Ingeniería Estructural	X			x	x			Universidad Tecnológica de Panamá	25
B	Panamá	x		Ciencias Ambientales	X			x				Universidad Tecnológica de Panamá	35
C	Panamá	x		Ingeniería Civil e Ingeniería Geotecnia		x					x	Empresa Privada	14
D	Colombia	x		Cemento y Materiales de construcción	X			x				Universidad Nacional de Colombia	29
E	Panamá	x		Construcción	X				x			Universidad Tecnológica de Panamá	25
F	Panamá	x		Ciencias Ambientales	X				x			Universidad Tecnológica de Panamá	35
G	Panamá	x		Ingeniería Civil		x					x	Empresa Privada	12
H	Panamá	x		Administración de proyectos		x					x	Empresa Privada	11
I	Panamá	x		Sanitaria y Ciencias Ambientales	x				x			Universidad Tecnológica de Panamá	26
J	Panamá	x		Ingeniería Geotecnia	x					x		Universidad Tecnológica de Panamá	26
K	Panamá	x		Ingeniería Civil	x		x		x	x		Universidad Tecnológica de Panamá	45
L	Brasil		x	Ingeniería Civil, Sostenibilidad.	x			x	x			Universidad de la Integración Latino-americana	18
M	Panamá	x		Ingeniería Estructural		x				x		Universidad Tecnológica de Panamá	15
N	Panamá	x		Construcción	x		x	x	x	x	x	Universidad Tecnológica de Panamá	45
Ñ	Panamá	x		Gestión del agua	x			x	x			Universidad Tecnológica de Panamá	4
O	Rusia	x		Construcción Sostenible	x			x				ETH Zúrich	4
P	Alemania	x		Cemento, Aditivos y Construcción sostenible	x			x				BAM Federal Institute of Material Research	16
Q	Brasil	x		Materiales y técnicas de construcción	x			x				Universidad de Sao Paulo	20
R	Brasil	x		Ecología Industrial	x				x			Universidad de Sao Paulo	20

Tabla 1. Perfil de la muestra de expertos. Fuente: Elaboración de las autoras a partir de los datos de la encuesta.

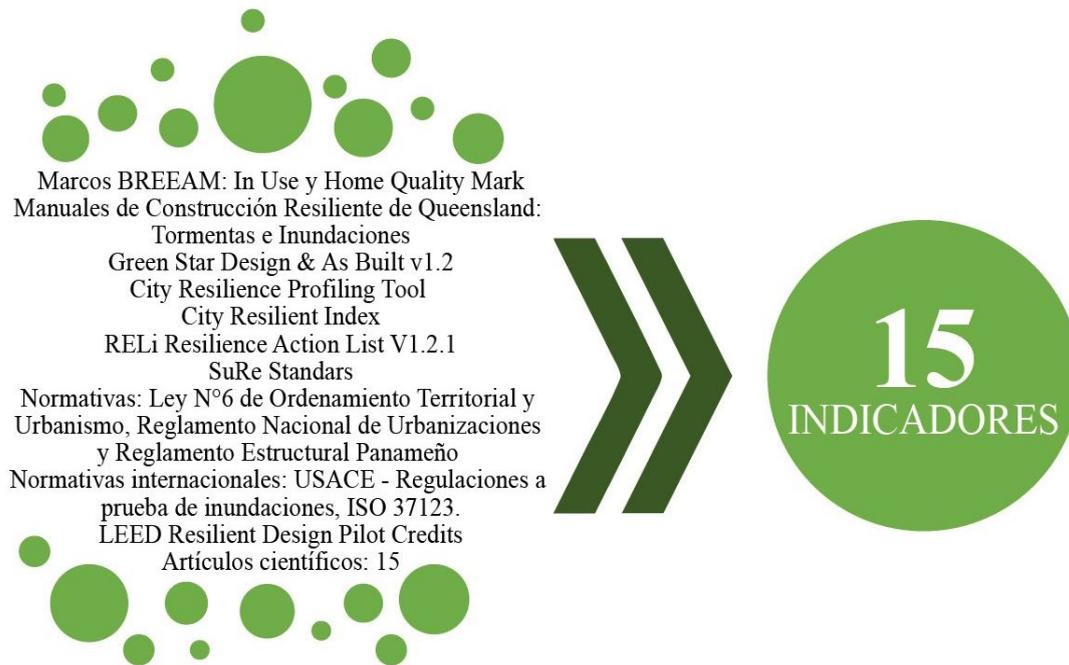


Figura 3. Proceso de análisis de la literatura para el desarrollo de los indicadores de resiliencia. Fuente: Elaboración de las autoras.

En concreto, los indicadores pretenden evaluar y monitorear el grado en que la vivienda cumple con características de resiliencia y sostenibilidad, a través de un cuestionario de valoración que obedece a cada uno de los indicadores de tipo objetivo propuestos. Estos responden a una evaluación binaria, a una de rangos limitados y/o a una combinación de ambas. Se entiende por escala binaria a aquella que se basa en una pregunta que es contestada con un "sí" o un "no", de la cual se obtiene una ponderación de uno o cero, respectivamente. Mientras, los rangos limitados describen escenarios específicos que resaltan los mejores y peores escenarios, asignando puntajes a cada uno y pide a los/as participantes que elijan qué escenario describe mejor la situación actual. Por consiguiente, la valoración del cuestionario ha sido catalogada con valores numéricos para clasificar a la vivienda según sus características.

Estos indicadores fueron validados a través de casos de estudio con la finalidad de evaluar la facilidad y competencia de su uso. Para ello, toda la información fue ubicada en Internet y sirvió para contestar las preguntas de cumplimiento de los indicadores de resiliencia y sostenibilidad (Tabla 2 y Tabla 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de una exhaustiva investigación de diversos marcos, índices y herramientas de medición de resiliencia y sostenibilidad aplicables a viviendas, se propusieron 29 indicadores capaces de responder a los impactos actuales y futuros de Panamá ante el cambio climático, de entre los cuales 15 atienden a temas de resiliencia y 14, a factores de

sostenibilidad. A continuación, se detallan los indicadores propuestos.

INDICADORES DE RESILIENCIA

El marco de indicadores básicos de resiliencia para vivienda fue seleccionado con base en el City Water Resilience Framework (Stockholm International, Water Institute The Rockefeller Foundation, The Resilience Shift y ARUP, 2019), City Resilience Profiling Tool (United Nations Human Settlements Programme, 2018), City Resilient Index (ARUP y The Rockefeller Foundation, 2014) y una serie de artículos científicos e iniciativas de gobiernos que propusieron guías para elevar infraestructuras comunes a resilientes (Figura 3).

Cabe resaltar que estos indicadores contemplaron los principales efectos a considerar a futuro en relación al cambio climático, descritos anteriormente. Así, en la Tabla 2 se exponen los indicadores de resiliencia a aplicar en viviendas de Panamá.

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

En este punto, se empleó herramientas que dictan métricas de sostenibilidad para la industria de la construcción como el Sustainable Infrastructure Framework Guidance Manual (Institute for Sustainable Infrastructure, 2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2018) (Figura 4). Se obtuvo un conjunto de indicadores que contemplan los efectos a futuro del cambio climático.

Uso del suelo y zonificación	¿Se ubica la vivienda en un sitio que cuenta con uso de suelo y zonificación establecida?		
	No se consideró o sin información.	No existe un POT en la zona, pero se utilizó el Reglamento Nacional de Urbanizaciones	Existe un POT en la zona y utilizó el Reglamento Nacional de Urbanizaciones.
	0	1	2
Ubicación con respecto a zonas de riesgo de inundación, fuertes vientos o deslizamiento de tierra	¿Se cuenta con datos locales detallados en estudios de modelado y/o cartografía con información de riesgo?		
	No existen datos recopilados y/o actualizados o sin información.	Datos no actualizados, validados y/o con cobertura parcial del sitio.	Los datos están actualizados, validados y cubren todo el sitio.
	0	1	2
	¿Se cuenta con datos sobre la frecuencia de inundación en la zona de la vivienda?		
	No existen datos recopilados y/o actualizados o sin información.	Los datos no actualizados, validados y/o cubren parcialmente el sitio.	Los datos están actualizados, validados y cubren todo el sitio.
	0	1	2
	¿Se cuenta con datos sobre la frecuencia de deslizamientos de tierra en la zona de la vivienda?		
	No existen datos recopilados y/o actualizados o sin información.	Los datos no actualizados, validados y/o cubren parcialmente el sitio.	Los datos están actualizados, validados y cubren todo el sitio.
	0	1	2
	¿Se cuenta con datos sobre la frecuencia de fuertes vientos en la zona de la vivienda?		
	No existen datos recopilados y/o actualizados o sin información.	Los datos no actualizados, validados y/o cubren parcialmente el sitio.	Los datos están actualizados, validados y cubren todo el sitio.
	0	1	2
Características de códigos y normas de construcción con respecto a la resiliencia	Número de acuerdos intergubernamentales dedicados al diseño o planificación resiliente utilizados		
	No existen acuerdos dedicados al diseño o planificación resiliente o sin información.	Existen al menos un acuerdo, pero no se utilizaron en su totalidad	Existen varios acuerdos dedicados al diseño o planificación resiliente y se utilizaron
	0	1	2
Aplicación de los códigos y normas de construcción	¿La vivienda cuenta con planos diseñados y ejecutados por profesionales idóneos?		
	No se cuenta con planos, la vivienda se construyó empíricamente o sin información.	Se cuenta con planos, mas no con los permisos necesarios.	Se cuenta con planos y los permisos necesarios.
	0	1	2

Características de la cimentación	¿Si la vivienda está ubicada en zona de riesgo de inundación, posee cimentación elevada?		
	Está en zona de riesgo, pero no tiene cimentación elevada o sin información.	No está en zona de riesgo.	Está en zona de riesgo y tiene cimentación elevada
	0	1	2
	¿Se cuenta con datos sobre la frecuencia de fuertes vientos en la zona de la vivienda?		
	No existen datos recopilados, actualizados y sistematizados o sin información.	Los datos están actualizados, pero no cubren todo el sitio.	Los datos están actualizados, validados y cubren todo el sitio.
	0	1	2
	Porcentaje de losas, zapatas y cimentaciones protegidas de erosión		
	0% del total o sin información	50% del total	100% del total
	0	1	2
	Accesibilidad y capacidad de evacuación	Número de entradas/salidas en la vivienda	
1 entrada		2 entradas	Más de 3 entradas
0		1	2
¿Se ha empleado características de accesibilidad adecuadas para satisfacer estas necesidades (por ejemplo, características de acceso adecuadas como rampas para todos los usuarios con restricciones de movilidad, entre otras)?			
No se han implementado ninguna característica o sin información		Se han implementado algunas características	Se han implementado varias características
0		1	2
Adaptabilidad a efectos del cambio climático	Porcentaje de revestimientos resistentes al agua		
	0% del total o sin información	50% del total	100% del total
	0	1	2
	Porcentaje del área permeables del espacio construido con materiales porosos y drenantes como porcentaje del área total de terreno de la vivienda		
	0% del total o sin información	50% del total	100% del total
	0	1	2
	Subtotal		
	Porcentaje de equipamiento resistente al agua (puertas y ventanas)		
	0% del total o sin información	50% del total	100% del total
	0	1	2
¿El diseño contempla carga de viento según lo establecido por el REP 2014?			
No	Sí		
0	1		

Energía de respaldo frente a inundaciones y/o fuertes vientos	Porcentaje de energía de respaldo proveniente de fuentes renovables		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
	Número de fuentes de electricidad que proporcionan al menos el 5% de la capacidad total de suministro de energía		
	1 fuente	2 fuentes	Más de 3 fuentes
Capacidad de recuperación del sistema energético frente a inundaciones y/o fuertes vientos	Porcentaje de instalaciones de circuitos separados (con disyuntores)		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
	Porcentaje de instalaciones eléctricas elevadas en el 50% de nivel del suelo		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
Agua de respaldo frente a inundaciones y/o fuertes vientos	Número de fuentes que proporcionan al menos el 5% de la capacidad total de suministro de agua		
	1 fuente	2 fuentes	Más de 3 fuentes
	0	1	2
	Porcentaje de uso de agua procedente del reciclaje de agua		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
Capacidad de recuperación del sistema hídrico frente a inundaciones y/o fuertes vientos	Capacidad de reserva de agua de la vivienda		
	0% del total a utilizar	Hasta el 50% del total a utilizar	Hasta el 100% del total a utilizar
	0	1	2
Confort térmico	¿Existen funciones de sombreado externo que minimicen el sobrecalentamiento de la ganancia solar?		
	No	Sí	
	0	1	
	Porcentaje de la superficie total cubierta por copas de árboles		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
	Porcentaje de la superficie de la vivienda cubierta con materiales de alto albedo que contribuyen a la mitigación de las islas de calor urbanas		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
Áreas permeables	Índice de reflectancia solar (SRI, por sus siglas en inglés) de la vivienda.		
	No se consideró o sin información	0.30 < SRI < 0.60	0.61 < SRI < 1.00
	0	1	2
	Porcentaje del área verde del total de terreno de la vivienda		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2

Eficiencia de los materiales a inundaciones y fuertes vientos.	Porcentaje de superficie impermeabilizada del total de la vivienda		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
	Porcentaje de materiales resistentes al agua utilizados en la construcción		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
	Porcentaje de equipamiento/mobiliario (puertas, ventanas) doblemente asegurado con respecto al total		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
Manual de la vivienda	Se desarrolla y facilita información detallada de la vivienda: planos, materiales, especificaciones del diseño y mantenimiento		
	No se cuenta con ningún tipo de información sobre la construcción de la vivienda	Se cuenta con los planos y ciertos materiales utilizados para la construcción de la vivienda	Se cuenta con información detallada sobre la construcción y mantenimiento de la vivienda
	0	1	2

Tabla 2. Indicadores de resiliencia relacionados a la vivienda. Fuente: Elaboración de las autoras.



Figura 4. Proceso de análisis de la literatura especializada para el desarrollo de los indicadores de sostenibilidad. Fuente: Elaboración de las autoras.

Selección del sitio	¿La vivienda se ubica en terreno con por lo menos el 75% previamente desarrollado?		
	No se consideró o sin información	Se ubica en un terreno con menos del 75% desarrollado	Se ubica en un terreno con más del 75% desarrollado
	0	1	2
Reducción del consumo de agua	¿Se redujo el consumo total de agua en interiores y exteriores en al menos un 20% con respecto a las prácticas estándar?		
	No se consideró o sin información	Se redujo menos del 20%.	Se redujo más del 20%.
	0	1	2
	Porcentaje de grifos que cuenta con certificación WaterSense o equivalente		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
Uso de fuentes alternas de agua	Porcentaje de agua reciclada in situ gasto total de agua de la vivienda		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
	Porcentaje de agua lluvia recogida en relación con el gasto total de agua de la vivienda		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
Monitoreo del uso de agua	¿Se instaló un medidor para toda la vivienda?		
	No	Sí	
	0	1	
Prácticas, diseño y características de eficiencia energética	Porcentaje de reducción por debajo del presupuesto de energía inicial		
	0% del total o sin información	Hasta el 10% del total	Hasta el 20% del total
	0	1	2
Adopción de energías renovables	Porcentaje de energía total derivada de fuentes renovables, como porcentaje del consumo total de energía		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
Monitoreo del uso de energía	¿Se instaló un medidor para toda la vivienda?		
	No	Sí	
	0	1	
Reducción del efecto de isla de calor	Porcentaje del área con cubierta verde		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
	¿Se proporciona sombra sobre un porcentaje del área de superficie de fachadas y sobre el área de techo?		
	No	Sí	
0	1		

Ventilación	Concentración de partículas finas (PM2.5)		
	No se consideró, sin información o promedio diario de mayor a 75 µg/m3	Promedio diario de hasta 75 µg/m3	Promedio diario menor a 50 µg/m3
	0	1	2
	Concentración de material particulado (PM10)		
	No se consideró, sin información o promedio diario de mayor a 37.5 µg/m3	Promedio diario de hasta 37.5 µg/m3	Promedio diario menor a 25 µg/m3
	0	1	2
	Concentración de dióxido de azufre (SO2)		
	No se consideró, sin información o promedio diario de mayor a 50 µg/m3	Promedio diario de hasta 50 µg/m3	Promedio diario menor a 20 µg/m3
	0	1	2
	Concentración de ozono (O3)		
	No se consideró, sin información o promedio diario de mayor a 160 µg/m3	Promedio diario de hasta 160 µg/m3	Promedio diario menor a 100 µg/m3
	0	1	2
Iluminación	¿La iluminación interna está dividida en zonas para permitir el control de los ocupantes?		
	No	Sí	
	0	1	
	Factor de luz diurna promedio		
	No se consideró o sin información	Alcanza un factor de luz diurna del 1.5%	Alcanza un factor de luz diurna del 2.0%
0	1	2	
Calidad de los materiales	Porcentaje o número de proveedores primarios y secundarios que tienen certificación de abastecimiento/ adquisición/ gestión de sostenibilidad		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
Uso de materiales reciclados	Porcentaje de materiales del proyecto que se reutilizan o reciclan (plantas, suelo, roca y agua no están incluidos)		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
Disponibilidad de materiales de construcción	Porcentaje del total de materiales utilizados que provienen de fuentes locales		
	0% del total o sin información	Hasta el 50% del total	Hasta el 100% del total
	0	1	2
Análisis del ciclo de vida	¿Se analiza el ciclo de vida del cemento?		
	No	Sí	
	0	1	
	¿Se analiza el ciclo de vida del acero?		
	No	Sí	
0	1		

Tabla 3. Indicadores de sostenibilidad relacionados con la vivienda. Fuente: Elaboración de las autoras.



Figura 5. Esquema del proyecto A. Fuente: Elaboración de las autoras en base al esquema original del proyecto.

Figura 6. Esquema del proyecto B. Fuente: Elaboración de las autoras en base al esquema original del proyecto.

Clasificación	Puntos obtenidos en resiliencia	Puntos obtenidos en sostenibilidad
Bueno	42 a 62	26 a 38
Regular	21 a 41	13 a 25
Deficiente	0 a 20	0 a 12

Tabla 4. Clasificación de la vivienda panameña según sus características de resiliencia y sostenibilidad. Fuente: Elaboración de las autoras.

Siguiendo el objetivo de esta investigación, los indicadores de sostenibilidad (Tabla 3) pretenden establecer estándares que permitan la medición y el monitoreo del nivel de servicio, calidad, confort y desempeño en materia de sostenibilidad de la vivienda.

Siguiendo lo descrito en la metodología, estos indicadores hacen uso de evaluaciones binarias, de rangos limitados y/o combinación de estas. A la vez, siguen una tipología objetiva al estar basados en mediciones cuantitativas. No obstante, surgió la necesidad de llevar estos datos a valores numéricos útiles para la generación de un índice. De manera que, considerando cada una de las preguntas dentro de los indicadores, 62 puntos resultaron corresponder a resiliencia y 38, a sostenibilidad; parámetros que, al establecerse en categorías, permitieron clasificar a la vivienda según sus características (Tabla 4).

CASOS DE ESTUDIO

Con la finalidad de estimar la aplicabilidad y facilidad de uso de los indicadores propuestos, se seleccionaron

proyectos al azar y obtenidos desde internet para identificar su ponderación de resiliencia y sostenibilidad.

Proyecto a

El primer proyecto se ubica en La Chorrera, Panamá Oeste. Y el modelo seleccionado tiene un precio aproximado de B/. 80,000.00 y al menos 120m² de terreno, donde aproximadamente 70m² corresponden al área de construcción que se compone de dos habitaciones, un baño, sala-comedor, cocina, área de lavandería y un estacionamiento (Figura 5).

Proyecto b

El proyecto B se ubica en Arraiján, Panamá Oeste y se destaca por contar con una reserva forestal dentro del área de localización. El modelo seleccionado tiene un precio de B/. 120,000.00 y dispone de terrenos desde 200 m² donde el área de construcción abarca aproximadamente 120 m² repartidos en tres habitaciones, dos baños, sala-comedor, cocina, área de lavandería y dos estacionamientos (Figura 6).

Valorización de los proyectos

Al valorizar los proyectos seleccionados con los indicadores de resiliencia y sostenibilidad, el proyecto A obtuvo una puntuación total de 15 puntos, por lo que clasificó como una vivienda deficiente en términos de los señalados indicadores. Mientras, el proyecto B acumuló 23 puntos, registrándose como una vivienda deficiente en términos de resiliencia y regular en términos de sostenibilidad. A manera de resumen, la Tabla 5 presenta los puntos obtenidos en cada indicador.

Indicador	Puntuación		Comentarios
	Proyecto A	Proyecto B	
Indicadores de resiliencia			
Uso del suelo y zonificación	1	1	No existen Planes de Ordenamiento Territorial (POT) en las ubicaciones de los proyectos. Sin embargo, la promotora respetó la zonificación según las normativas.
Ubicación con respecto a zonas de riesgo de inundación, fuertes vientos o deslizamiento de tierra	0	0	No existe información sobre la frecuencia de eventos extremos en las zonas.
Características de códigos y normas de construcción con respecto a la resiliencia	0	0	Actualmente, no hay acuerdos sobre la resiliencia aplicada a viviendas.
Aplicación de los códigos y normas de construcción	2	2	Ambos proyectos cuentan con todos los permisos correspondientes y son ejecutados por personal idóneo.
Características de la cimentación	1	1	Según la información y ubicación recabada, las viviendas se encuentran fuera de zonas de riesgo de inundación.
Accesibilidad y capacidad de evacuación	1	1	Ninguno de los proyectos contempla características de inclusión, pero las viviendas poseen mínimo dos entradas.
Adaptabilidad a efectos del cambio climático	0	0	No brindan información sobre materiales o equipamiento resistente.
Energía de respaldo frente a inundaciones y/o fuertes vientos	0	0	No contemplan ningún tipo de energía renovable o alterna.
Capacidad de recuperación del sistema energético frente a inundaciones y/o fuertes vientos	0	0	No establecen ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Capacidad de agua de respaldo frente a inundaciones y/o fuertes vientos	1	0	El proyecto A cuenta con tanque de reserva de agua, mientras que el proyecto B no posee ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Capacidad de recuperación del sistema hídrico frente a inundaciones y/o fuertes vientos	1	0	El proyecto A cuenta con tanque de reserva de agua; el proyecto B no posee ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Confort térmico	2	0	El proyecto A dispone de aleros en todas las ventanas para evitar la entrada directa de los rayos solares durante las horas de mayor radiación. Además, incorpora el paisajismo de protección en la fachada exterior para bloquear el contacto directo de los rayos solares con la pared, lo que permite una temperatura más agradable. No obstante, el proyecto B no posee ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Áreas permeables	1	1	Inicialmente, ambos proyectos cuentan con terreno con áreas verdes, pero el seguimiento de este dependerá de los dueños. Igualmente, es importante destacar que el proyecto B cuenta con una reserva forestal dentro del área general del proyecto.
Eficiencia de los materiales a inundaciones y fuertes vientos.	0	0	No establecen ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Manual de la vivienda	1	1	Permiten visitas al proyecto y la explicación de los materiales, igualmente indican que están dispuestos a entregar copias de los planos de diseño.
Puntos totales de resiliencia	11	7	De acuerdo con la categorización establecida, ambos proyectos califican como Deficientes.

Indicadores de sostenibilidad			
Selección del sitio	2	2	Se ubican en terrenos con más del 75% desarrollado.
Reducción del consumo de agua	0	0	No establecen ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Uso de fuentes alternas de agua	0	0	No establecen ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Monitoreo del uso de agua	1	1	Consideran como medidor el otorgado por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN). Dicho medidor sólo mide flujo, mas no detecta fallas o fugas en el sistema.
Prácticas, diseño y características de eficiencia energética	1	0	El proyecto A intentó incorporar la eficiencia energética, aunque no se tiene un control establecido de la reducción del consumo eléctrico por el diseño utilizado. En cambio, el proyecto B no estableció ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Adopción de energías renovables	0	0	No definen ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Monitoreo del uso de energía	1	1	Consideran como medidor el otorgado por la empresa distribuidora de energía que sólo monitorea consumo.
Reducción del efecto de isla de calor	2	0	El proyecto A posee con aleros y paisajismo de protección en la fachada exterior para bloquear el contacto directo de los rayos solares. Además, cuenta con una reserva forestal en el área del proyecto. Mientras, el proyecto B no incorpora ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador
Ventilación	2	0	La vivienda del proyecto A incluye la ventilación cruzada alrededor de toda la vivienda para extraer el aire caliente. El Proyecto B no evidencia ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Iluminación	1	1	Ambos proyectos aseguran que sus viviendas cuentan con iluminación por áreas al alcance y control de todos. Sin embargo, el diseño del proyecto A contempló la orientación de la vivienda con respecto al recorrido solar anual.
Calidad de los materiales	1	1	Consideran utilizar concreto de empresas ambientalmente responsables.
Uso de materiales reciclados	0	0	No establecen ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Disponibilidad de materiales de construcción	2	2	Utilizan materiales nacionales en más del 50% de los casos.
Análisis del ciclo de vida	0	0	No definen ninguna estrategia para el cumplimiento de este indicador.
Puntos totales de sostenibilidad	13	8	De acuerdo con la categorización establecida, el proyecto A califica como Regular. Mientras que el Proyecto B califica como Deficiente.

Tabla 5. Valorización por indicador para proyectos del caso de estudio. Fuente: Elaboración de las autoras.

Como se pudo observar, ninguna de las viviendas cumple con todos indicadores de resiliencia y sostenibilidad. Sin embargo, los indicadores que se incumplieron pueden mejorar su puntuación, tal es el caso de la *Adopción de energías renovables*, que pudiera optimizarse con la incorporación de algún sistema de energía renovable como paneles solares, o bien, la *Reducción del consumo de agua*, mediante estrategias como incorporación de equipamiento eficiente. Cuando se trata de indicadores de resiliencia, se podría igualmente incorporar estrategias para aumentar la *Capacidad de respaldo y recuperación de la energía frente a inundaciones y/o fuertes vientos* a través de baterías de almacenamiento, o bien, la

Adaptabilidad a efectos del cambio climático en términos de equipamiento o futuras mejoras a la vivienda.

Cabe añadir que, en cuanto a la manejabilidad de los indicadores, se contempló una prueba de usabilidad que cuestionó la facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso, facilidad de recordar cómo funcionan, verificación de errores y nivel de satisfacción. De este modo, los usuarios que aplicaron los indicadores para evaluar los casos de estudio, indicaron que fueron sencillos de usar, pues las preguntas-guías agilizan el proceso de puntuación. Asimismo, sugirieron que, de ser posible, la valorización sea aplicada por varios usuarios para así comparar, discutir y analizar la información y opiniones respecto a

las características que posee el proyecto y converger en la clasificación más real posible. Como herramienta de medición, esta es una buena base para verificar la capacidad de resiliencia y sostenibilidad de la vivienda panameña frente al riesgo presente y futuro del cambio climático. Además, facilita la identificación de las debilidades actuales, al tiempo que permite sugerir los cambios necesarios para robustecer la vivienda.

CONCLUSIONES

Por medio de la investigación, colecta y análisis de datos sobre el cambio climático y la evaluación de la vulnerabilidad en Panamá, se establecieron las bases que permitieron identificar las características de una vivienda resiliente y sostenible para zonas urbanas en Panamá frente al desafío del cambio climático.

Se priorizaron y establecieron 29 indicadores que responden a los impactos actuales y futuros de Panamá ante el cambio climático: 15 de resiliencia y 14 de sostenibilidad. En su conjunto, contemplaron los procesos de ciclo de vida de la vivienda, desde su planeación hasta su puesta en uso, para constituirse en herramientas útiles y sencillas de evaluación y verificación de resiliencia y sostenibilidad de la vivienda. Dichos instrumentos se aplicaron en dos casos de estudio de proyectos ofertados en el mercado inmobiliario panameño, cuyas puntuaciones resultaron, en definitiva, lejanas a un rango positivo: los proyectos ignoraban los efectos del cambio climático desde los aspectos fundamentales de ubicación y diseño, por lo que, si se situaran en zonas consideradas como riesgosas, no habría solución que corrigiera la vivienda.

Con todo, se pudo constatar que los indicadores, como herramienta de medición, constituyen una buena base para verificar la capacidad de resiliencia y sostenibilidad de la vivienda panameña frente al riesgo presente y futuro del cambio climático, a la vez que logran señalar los cambios necesarios para robustecer la vivienda a futuro.

Por consiguiente, los resultados de esta investigación promueven y facilitan un significativo avance en los esfuerzos del país en pro del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como también permiten incorporar acciones sustentadas en la ciencia.

Se recomienda que las líneas de investigación a seguir deben ser complementadas en campos de economía y finanzas, planificación urbana, gestión ambiental y políticas públicas, de forma que se contribuya a la mejora de los sistemas de seguimiento para garantice la resiliencia y sostenibilidad económica, social y medioambiental de las propias áreas urbanas donde vivirá la mayor parte de la población en las próximas décadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamec, J., Janoušková, S. y Hák, T. (2021). How to Measure Sustainable Housing: A Proposal for an Indicator-Based Assessment Tool. *Sustainability*, 13(3), 1152. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13031152>
- Aguilar, H. C. (2020). Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres frente al cambio climático en Piura, Perú. *Semestre Económico*, 23(54), 85-112. DOI: <https://doi.org/10.22395/seec.v23n54a5>
- ARUP & The Rockefeller Foundation. (2014). *City Resilience Index*. Recuperado de <https://cityresilienceindex.org/#/>
- Banco Interamericano de Desarrollo (2022). *Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles. Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES)*. Recuperado de <https://www.iadb.org/es/desarrollo-urbano-y-vivienda/programa-ciudades-emergentes-y-sostenibles>
- Bastidas Pacheco, G. A. y Hernández, R. (2019). Cambio climático algunos aspectos a considerar para la supervivencia del ser vivo: Revisión sistemática de la literatura. *Revista Cuidarte*, 10(3). DOI: <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v10i3.664>
- Canales, P., Valderrama-Ulloa, C. y Ferrada, X. (2021). Hospitales sustentables: Partidas críticas para su construcción y el rol de la inspección técnica. *Hábitat Sustentable*, 11(2), 22-33. DOI: <https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.02.02>
- Chavez Finol, F., Trebilcock Kelly, M. y Piderit Moreno, M. B. (2021). Diseño de edificios de oficinas sustentables para promover ocupantes sustentables. *Hábitat Sustentable*, 11(2), 34-45. DOI: <https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.02.03>
- Cobo-Fray, C. y Montoya-Flórez, O. L. (2021). Tuhouse: Prototipo de vivienda social sostenible de alta densidad para el trópico. *Hábitat Sustentable*, 11(1), 32-43. <https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.01.03>
- Croce, S. y Vettorato, D. (2021). Urban surface uses for climate resilient and sustainable cities: A catalogue of solutions. *Sustainable Cities and Society*, 75. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103313>
- Fenollós, J. L. (2022). De Mari a Babilonia: Ciudades fortificadas en la antigua Mesopotamia. *Vínculos de Historia Revista del Departamento de Historia de la Universidad de Castilla-La Mancha*, 11, 15-32. DOI: https://doi.org/10.18239/vdh_2022.11.01
- González Vallejo, P. (2018). Herramienta para la predicción de costes económicos y ambientales en el ciclo de vida de edificios residenciales. Fase de construcción. *Hábitat Sustentable*, 8(2), 32-51. DOI: <https://doi.org/10.22320/07190700.2018.08.02.03>
- Institute for Sustainable Infrastructure (2018). *Sustainable Infrastructure Framework Guidance Manual*. Recuperado de <https://sustainableinfrastructure.org/envision>

Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC] (2020). *XI Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2010*. Recuperado de <https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default.aspx>

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Karis, C. M., Mujica, C. M., Ferraro, R., Karis, C. M., Mujica, C. M. y Ferraro, R. (2019). Indicadores ambientales y gestión urbana. Relaciones entre servicios ecosistémicos urbanos y sustentabilidad. *Cuaderno urbano*, 27(27), 9-30. DOI: <https://doi.org/10.30972/crn.27274117>

Koch, F. y Ahmad, S. (2018). How to Measure Progress Towards an Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable City? Reflections on Applying the Indicators of Sustainable Development Goal 11 in Germany and India. En S. Kabisch, F. Koch, E. Gawel, A. Haase, S. Knapp, K. Krellenberg, J. Nivala y A. Zehndorf (Eds.), *Urban Transformations: Sustainable Urban Development Through Resource Efficiency, Quality of Life and Resilience* (pp. 77-90). Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-59324-1_5

Lima, E. G., Chinelli, C. K., Guedes, A. L. A., Vazquez, E. G., Hammad, A. W. A., Haddad, A. N. y Soares, C. A. P. (2020). Smart and Sustainable Cities: The Main Guidelines of City Statute for Increasing the Intelligence of Brazilian Cities. *Sustainability*, 12(3). DOI: <https://doi.org/10.3390/su12031025>

María, A., Acero, J. L., Aguilera, A. I. y García Lozano, M. (2018). *Estudio de la urbanización en Centroamérica: Oportunidades de una Centroamérica urbana*. The World Bank. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26271/9781464812200.pdf?sequence>

McCarton, L., O'Hogain, S. y Reid, A. (2021). Resilient Cities and Communities. En L. McCarton, S. O'Hogain y A. Reid (Eds.), *The Worth of Water: Designing Climate Resilient Rainwater Harvesting Systems* (pp. 173-178). Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-50605-6_10

Mehmood, I., Bari, A., Irshad, S., Khalid, F., Liaqat, S., Anjum, H. y Fahad, S. (2020). Carbon Cycle in Response to Global Warming. En S. Fahad, M. Hasanuzzaman, M. Alam, H. Ullah, M. Saeed, I. Ali Khan y M. Adnan (Eds.), *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth* (pp. 1-15). Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3_1

Mercader, M., Camporeale, P. E. y Cózar-Cózar, E. (2019). Evaluación de impacto ambiental mediante la introducción de indicadores a un modelo BIM de vivienda social. *Hábitat Sustentable*, 9(2), 78-93. DOI: <https://doi.org/10.22320/07190700.2019.09.02.07>

Ministerio de Ambiente de Panamá. (2020). *Comunicaciones Nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Recuperado de <https://fliphtml5.com/bookcase/iazya>

Municipio de Panamá (2019). *Estrategia de Resiliencia para la Ciudad de Panamá*. Recuperado de <https://resiliencia.mupa.gob.pa/estrategia-de-resiliencia-para-la-ciudad-de-panama/>

Murillo, J. (2021). Innovando las Ciudades del Futuro. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, 80, 31-40.

Naciones Unidas (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://agenda2030lac.org/estadisticas/indicadores-priorizados-seguimiento-ods.html>

Naciones Unidas (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. Recuperado de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>

Quintana Solórzano, F. (2017). Dinámica, escalas y dimensiones del cambio climático. *Tla-melaua*, 10(41), 180-200.

Rivero-Camacho, C. y Ferreira-Sanchez, A. (2021). Aplicación de la "Footprint Family" para la evaluación ambiental de edificios públicos en España. *Hábitat Sustentable*, 11(1), 72-85. DOI: <https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.01.06>

Sodiq, A., Baloch, A. A. B., Khan, S. A., Sezer, N., Mahmoud, S., Jama, M. y Abdelaal, A. (2019). Towards modern sustainable cities: Review of sustainability principles and trends. *Journal of Cleaner Production*, 227, 972-1001. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.106>

Stockholm International Water Institute, The Rockefeller Foundation, The Resilience Shift y ARUP (2019). *The City Water Resilience Approach*. Recuperado de <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/the-city-water-resilience-approach>

United Nations Human Settlements Programme (2018). *Guide to the City Resilience Profiling Tool*. Recuperado de <https://unhabitat.org/guide-to-the-city-resilience-profiling-tool>

Vaca, P. y Cartuche, I. (2018). Relación entre las emisiones de CO2 y el grado de urbanización a nivel global y entre grupos de países: Un enfoque usando técnicas econométricas avanzadas de datos de panel. *Revista Económica*, 5(1), 82-89.

Valdez, D. S. (2021). ¿(In)sostenibles? Confrontando la sostenibilidad urbana a los "barrios pobres" dominicanos. *Revista INVI*, 36(101), 173-199. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-83582021000100173>

Villamil-Cárdenas, V. y Osuna-Motta, I. (2021). Minga: Modelo replicable de renovación urbana sostenible, caso Buenaventura. *Hábitat Sustentable*, 11(1), 58-71. DOI: <https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.01.05>

World Bank (2020). *City Resilience Program*. Recuperado de <https://www.worldbank.org/en/topic/disasterriskmanagement/brief/city-resilience-program>