

# ARTÍCULO 005

**ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE  
MÉTODOS CONSTRUCTIVOS POST-  
INDUSTRIALES Y ECOINNOVADORES  
PARA LA VIVIENDA SOCIAL EN  
HISPANOAMÉRICA**

**VICENTE AGUSTÍN CLOQUELL BALLESTER  
MARY ELENA OWEN DE CONTRERAS  
CRISTINA SANTAMARINA SIURANA  
AXEL ATILIO CONTRERAS OWEN**

### ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS POST- INDUSTRIALES Y ECOINNOVADORES PARA LA VIVIENDA SOCIAL EN HISPANOAMÉRICA

*Strategic analysis of post-industrial and eco-innovative construction  
methods for social housing in Hispano-American*

325

VICENTE AGUSTÍN CLOQUELL BALLESTER<sup>1</sup>, MARY ELENA OWEN DE CONTRERAS<sup>2</sup>,  
CRISTINA SANTAMARINA SIURANA<sup>3</sup>, AXEL ATILIO CONTRERAS OWEN<sup>4</sup>

1. Universitat Politècnica de València. Valencia, Comunidad Valenciana, España. E-mail: cloquell@upv.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2930-7236>.
2. Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño. Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño. Mérida, Venezuela. E-mail: maryelenaowen@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1944-2904>
3. Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. Valencia, Comunidad Valenciana, España. E-mail: csantama@agf.upv.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5816-3115>.
4. Arquitecto. Ejercicio libre de la profesión. Investigador *Ad Hoc* del Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela. E-mail: axel.owen.arch@gmail.com

Recibido: 28/06/2023 Aceptado: 26/09/2023

#### RESUMEN

Actualmente en la construcción de desarrollos habitacionales sociales en Hispanoamérica, prevalecen los sistemas constructivos convencionales, utilizando en gran proporción el concreto armado, el acero y la carpintería metálica. En muchas ciudades ha aumentado el crecimiento anárquico de barrios, en los cuales existen áreas de potencial inseguridad para sus habitantes, además de sufrir grandes carencias de servicios públicos. Los objetivos principales del presente trabajo fueron: efectuar una investigación bibliográfica y de campo, permitiendo conocer su estado actual; realizar un análisis estratégico de los sistemas constructivos más utilizados tradicionalmente para la vivienda social en Hispanoamérica; y de los nuevos sistemas ecoinnovadores, el tradicional post industriales y el ecoinnovador. En los resultados se aportan propuestas de acciones estratégicas subsiguientes para corregir debilidades, afrontar amenazas, mantener las fortalezas y explotar/potenciar las oportunidades en ambos métodos constructivos, que: apoyarán en la toma de decisiones al proyectar, construir nuevos desarrollos urbanos, viviendas sociales adecuadas/saludables, a costos asequibles y en tiempos cortos de entrega. Entre las principales conclusiones destacan: 1. Se determinaron los factores y aspectos que inciden en la poca utilización de nuevas tecnologías constructivas con nuevos materiales y

sistemas tecnológicos de bajo impacto ambiental, en la construcción de edificaciones y urbanismos residenciales; 2. La dotación suficiente de viviendas sociales contextualizadas en urbanismos sostenibles, de calidad, confort y seguridad, es una deuda aún pendiente de las naciones hispanoamericanas, para cumplir con los Objetivos del Desarrollo Sostenible, en procura de superar las grandes desigualdades socioeconómicas derivadas de la pobreza, el hambre, la insuficiente educación y desarrollo.

**Palabras clave:** Vivienda adecuada, urbanismo sostenible, pobreza, desarrollo.

326

### SUMMARY

Currently, in the construction of social housing developments in Hispanic America, conventional construction systems prevail, using reinforced concrete, steel and metal carpentry to a large extent. In many cities, the anarchic growth of neighborhoods has increased, in which there are areas of potential insecurity for their inhabitants, in addition to suffering major deficiencies in public services. The main objectives of this work were: Carry out bibliographic and field research, allowing us to know its current state; carry out a strategic analysis of the most commonly used construction systems for social housing in Hispanic America; and of the new eco-innovative systems: traditional post-industrial and eco-innovative. The results provide proposals for strategic actions to correct weaknesses, face threats, maintain strengths and exploit opportunities in both construction methods: which will support decision making when planning, building new urban developments, adequate/healthy social housing, to huge costs and short delivery times. Among the main conclusions, the following stand out: 1. The factors and aspects that affect the low use of new construction technologies with new materials and technological systems of low environmental impact, in the construction of buildings and residential urban planning, were determined; 2. The sufficient provision of social housing contextualized in sustainable urban planning, quality, comfort and safety is a still pending debt of the Hispanic American nations, to comply with the Sustainable Development Goals, in an attempt to overcome the great socioeconomic inequalities derived from poverty, hunger, in addition to insufficient education and development.

**Key words:** Adequate housing, sustainable urbanism, poverty, development.

### 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de la presente contribución es dar luz sobre los pros y las contras del uso de los métodos de construcción tradicionales post industriales y los nuevos métodos ecoinnovadores, con el fin de facilitar las decisiones estratégicas en el diseño y desarrollo de urbanismos y viviendas sociales sostenibles.

La necesidad de vivienda es una de las principales consecuencias del problema del rápido crecimiento demográfico, que ocurre un territorio determinado; bien sea el desplazamiento de la población, o por su crecimiento vegetativo (producto interrelación entre las tasas de natalidad y mortalidad). Por tanto, se deben tener en cuenta los diversos factores que determinan y afectan la construcción de viviendas siendo los más importantes la participación de recursos materiales, financieros y humanos, de forma coordinada y en un tiempo determinado. En el sector de la industria de la construcción las características de los recursos empleados y la capacidad para coordinarlos adecuadamente, condicionan los plazos de entrega y la calidad alcanzada tanto en las viviendas, como en los urbanismos.

Así pues, atender a las necesidades de vivienda es un problema que se agrava cuando se dispone de poco tiempo para equilibrar la oferta con la demanda. Este es el caso habitual, cuando las necesidades reales superan las expectativas previstas en la fase de planificación. Obviamente, la necesidad de vivienda es inmediata mientras que su construcción requiere de tiempo. En estas circunstancias, los precios de mercado se tensionan al alza, aumentando el número de los excluidos del acceso a una vivienda digna.

Por este motivo, la construcción de viviendas sociales es fundamental por dos razones: para proporcionar vivienda a quien la necesita y no tiene recursos económicos suficientes para acceder a la oferta; y para limitar la tendencia al alza de los precios de un mercado deficitario.

Pero la construcción de viviendas sociales se enfrenta también al problema del tiempo de entrega, y ello aboca a una parte (incluso grande) de los solicitantes de vivienda a enfrentarse a realidades no deseadas como la infravivienda o el chabolismo, que afecta a la dignidad humana. En ese sentido, indica Franciscus Pope (2015): *“La falta de viviendas es grave en muchas partes del mundo, tanto en las zonas rurales como en las grandes ciudades, porque los presupuestos estatales sólo suelen cubrir una pequeña parte de la demanda. No sólo los pobres, sino una gran parte de la sociedad sufre serias dificultades para acceder a una vivienda propia. La posesión de una vivienda tiene mucho que ver con la dignidad de las personas y con el desarrollo de las familias. Es una cuestión central de la ecología humana”*.

Por ello, es importante señalar que, el triángulo *presupuesto-calidad-tiempo de entrega* está fuertemente ligado y alcanzar su equilibrio en un determinado proyecto, es tarea ardua y compleja; de hecho, ése es el objetivo de la participación rigurosa y sistemática del Project Management. En los proyectos de construcción de vivienda social se presenta, con mayor intensidad, si cabe, la limitación del presupuesto y la presión por reducir el tiempo de ejecución. Si como consecuencia de ello se degrada la calidad de la vivienda construida, podría tener efectos muy negativos sobre la dignidad del futuro habitante e incluso sobre su seguridad.

Así pues, toda decisión en el ámbito del Project Management es crucial para alcanzar el éxito de las políticas, los planes, los programas y los proyectos de viviendas sociales. Las decisiones que deben tomarse son muchas, de diversa naturaleza (territoriales, urbanísticas, arquitectónicas, constructivas, organizativas, etc.); y a distinto nivel (estratégico, proyectual u operativo).

Es por ello que, el objetivo de esta investigación se ha dirigido al *Análisis Estratégico de las soluciones constructivas de la vivienda social, en el ámbito territorial y sociocultural hispanoamericano*. Lo que permitió conocer las debilidades, las amenazas, las fortalezas y las oportunidades que presentan dos tipologías de construcción factibles, aunque sustancialmente diferentes, es

interesante e importante para obtener el máximo rendimiento de cada proyecto. El ámbito territorial elegido, permite observar el problema desde la perspectiva de unas bases comunes de necesidad de vivienda social que se manifiestan en realidades mega diversas.

Como resultado de la investigación de campo y de la revisión bibliográfica, se pudo obtener una visión general de las condiciones actuales de las viviendas sociales. Así como también se verificó que, en Hispanoamérica, *existe gran necesidad de viviendas en un alto porcentaje de la población*. Es indiscutible que en los países hispanoamericanos la mayoría vive en las principales capitales; Teniéndose registros de que cerca del 80% de la población vive en ciudades y la previsión es que se supere el 85% en el año 2050 (United Nations, 2017). Según los datos de World Bank (2021), el porcentaje de población que vive en barrios marginales descendió desde el 35.55% en 1990 hasta el 20.43% en 2016 y el 20.76% en 2018.

Por otra parte, la tasa de crecimiento anual de la población se situó en el 0.9% en 2020, con países como Bolivia, Perú, Guatemala, Ecuador, Panamá y Honduras que se sitúan en el entorno del 1.5%. Aun así, se observa una tendencia a la estabilización de la población en un plazo estimado de dos décadas.

Al analizar los antecedentes, la respuesta a la necesidad de vivienda en la región es difícilmente comparable por la falta de datos homogéneos entre países. En cualquier caso, la respuesta es tan diversa como insuficiente (Balchin y Stewart, 2001). Unos dos millones de familias -de los tres que se forman cada año en ciudades hispanoamericanas- se ven obligadas a instalarse en viviendas informales/irregulares, como en las zonas marginales y periféricas (Gilbert, 2001), lo que se correlaciona también con el empleo informal (Posada y Moreno Monroy, 2017). Los materiales constructivos post industriales más utilizados en el contexto de Hispanoamérica; además de reflejar parte del proceso de anarquía y deterioro del perfil urbano, vulnerabilidad y desigualdad socioeconómica, es caso generalizado en Perú, Colombia, México, Venezuela, Brasil y Ecuador, entre otros. En las figuras 1, 2 y 3 se muestra el uso de materiales constructivos post

industriales (hormigón y acero para estructuras, ladrillo y bloques de cemento en cerramientos, galvanizados en techos), más implementados en el desarrollo de viviendas unifamiliares y multifamiliares formales e informales en el contexto urbano y rural.



**FIGURA 1.** Conjuntos habitacionales para clase media y barrios marginales en Perú, Colombia, México y Venezuela, predominando los sistemas constructivos convencionales en cemento. Fotos: Wilver Contreras Miranda.



331

**FIGURA 2.** Viviendas en las periferias de Quito, al noroccidente, en sectores de riesgo. Fuente: Echeverría Mishell (2022). Conjuntos habitacionales y barrios marginales en São Bernardo do Campo, Brasil. Fuente: Citada por Salingaros *et al.* (2019).



**FIGURA 3.** Tipologías de viviendas multifamiliares de mediano estándar y viviendas sociales modernas localizadas en la ciudad de Mérida, Venezuela; elaboradas en sistemas constructivos de concreto/hormigón armado. Fotos: Mary Elena Owen de C.



El Plan de Acción Regional para la implementación de la Nueva Agenda Urbana en América Latina y el Caribe 2016-2036 (CEPAL, 2018), dentro de sus Principios rectores y resultados contempla, entre otros, los resultados estratégicos en el marco de los ODS, son: “La garantía del derecho a una vivienda adecuada, el mejoramiento de los asentamientos informales y precarios y su integración en la ciudad”.

Por otra parte, los requerimientos de una vivienda adecuada, según ONU (2010), son los siguientes: la seguridad de la tenencia; disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura; asequibilidad; habitabilidad; accesibilidad; ubicación; y adecuación cultural.

### **Soluciones técnicas para la construcción de viviendas sociales**

A lo largo de la historia, en Hispanoamérica se han utilizado diversas soluciones constructivas para todo tipo de edificaciones. En la época precolombina, el uso de materiales cercanos es crucial y representativo. Por ello, destacan construcciones como el bahareque, caracterizado por el uso estructural de madera o caña, con relleno de barro y paja. También se utilizó la mampostería de piedra trabada y la mampostería de adobe, aunque en menor medida y para construcciones singulares.

Desde el Descubrimiento de América y por la influencia española, se introducen materiales y sistemas de construcción que todavía son utilizados hoy, los muros portantes de tapia de tierra pisada (en menor rango), la piedra y ladrillo horneado, los entramados de madera en forjados y cubiertas, así como el uso de la teja de arcilla.

A partir de la Revolución Industrial y a través del s. XX, se extiende el uso (hoy consolidado como referente) de nuevos materiales y técnicas de construcción, siendo los más importantes: el acero, el hormigón armado, el vidrio y la

fabricación normalizada de componentes (perfiles resistentes, ladrillos, viguetas, bovedillas, otros). Se aprecian las diferencias en la calidad de diseño arquitectónico, acabados superficiales y mantenimiento entre las edificaciones de alto, mediano y bajo estándar económico (Figura 4).



333

**FIGURA 4.** Diversidad de tipologías arquitectónicas de las viviendas de alto nivel socioeconómico en Panamá, Costa Rica y Venezuela, donde se integran lo tradicional y lo moderno. Alto uso de materiales constructivos post industriales (hormigón, mampostería de bloques de cemento y arcilla, tejas de arcilla y ventanas-rejas de aluminio y acero. Fotos: Wilver Contreras Miranda

Como alternativa, a partir de finales del s. XX, se produce un auge de la investigación y el desarrollo de materiales y técnicas basados en el uso de productos forestales con técnicas de prefabricación (Figura 5), a fin de superar las limitaciones que presentan las construcciones tradicionales (Figura 6). El objetivo de estas soluciones alternativas es aumentar la sostenibilidad de la edificación (Gámez García, y otros, 2019) (Salzer, Wallbaum, Ostermeyer y Kono, 2017) (Salzer, Wallbaum, López y Kouyoumji, 2016); disminuir costes (Salzer y Camarasa, 2015); disminuir el tiempo de entrega de la edificación y mantener las características de solidez (Salzer, Wallbaum, Alipon y López, 2018); y habitabilidad.



**FIGURA 5.** Prototipo de vivienda social construido en madera de pino Caribe de la Orinoquia realizado en Upata, Venezuela. Se empleó un sistema constructivo mixto de paneles entramados auto-portantes, como soporte de las cerchas/armaduras y viga laminada central sobre losa de hormigón. Foto: Wilver Contreras Miranda



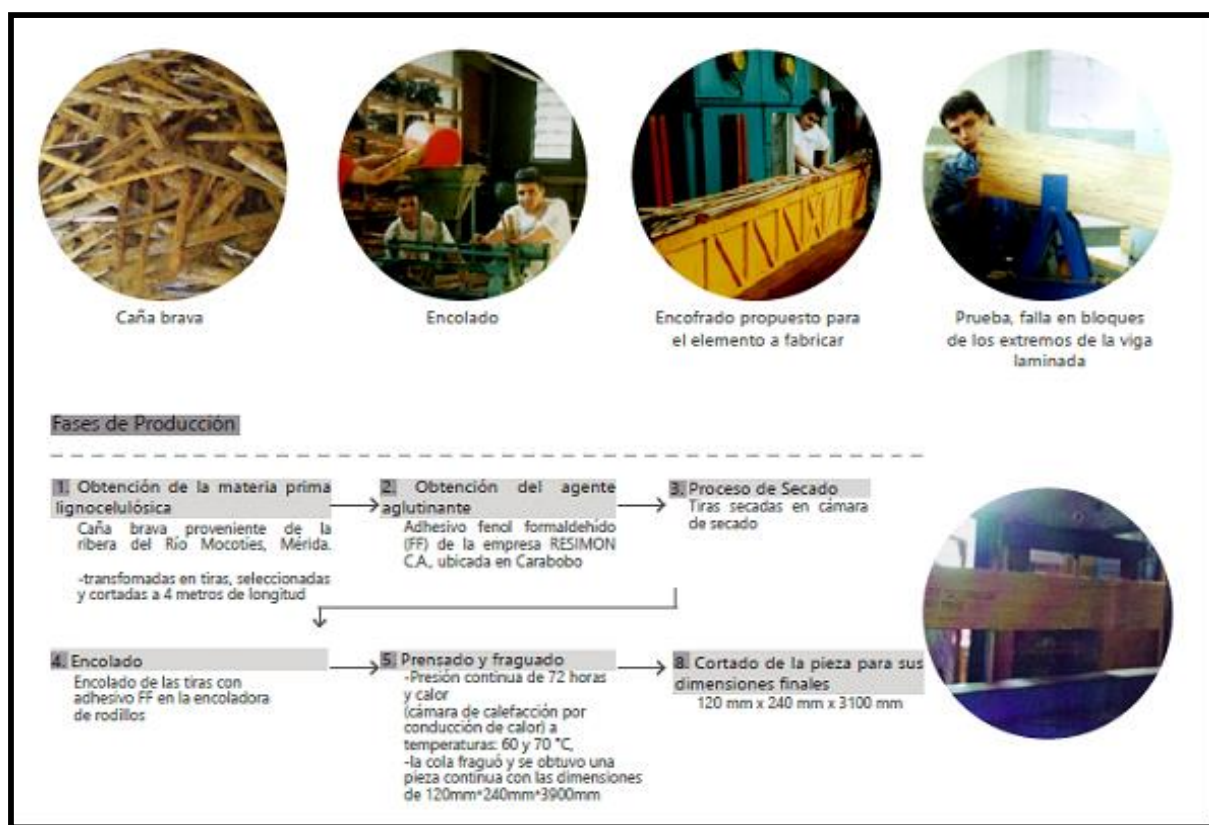
**FIGURA 6.** Vivienda tradicional localizada en área rural de Ayampe, Ecuador; construida en bambú y techumbre de palma con algunos cerramientos de mampostería de bloques y friso de cemento-cal, sobre losa corrida de hormigón. Fotos: Axel A. Contreras Owen.

**Uso de residuos forestales en la construcción.** La factibilidad del uso de residuos forestales en el desarrollo de soluciones constructivas, está demostrado en la práctica, tanto en sistemas estructurales, como en cerramientos (Contreras Miranda, Owen de C. y Contreras, 2001) (Contreras Miranda, Owen de C. y Pereira Colls, 2002), contribuyendo a la sostenibilidad y a la economía circular; especialmente en aquellos países con recursos forestales y necesidad de vivienda, como es el caso de la mayor parte del ámbito hispanoamericano.

Los tableros aglomerados vástago de plátano producidos a partir de residuos de las plantaciones de plátano y, las vigas laminadas a partir de caña brava o bambú son alternativas constructivas ecoinnovadoras, que aplican el concepto de prefabricación, propuestas como respuesta a la necesidad de viviendas sociales en Venezuela y que pueden contribuir a la rápida dotación de las mismas, al

construirse en forma semi-industrial (Contreras Miranda, Owen, Contreras, Thomson y Contreras, 2004) (Figura 7).

Así como también, Owen de C. y Contreras Miranda (2020) proponen, en el marco del manejo forestal sostenible, el uso de las ramas que quedan como residuos en el bosque luego del aprovechamiento forestal de los árboles en la Reserva Forestal Imataca en el estado Bolívar, para la fabricación de productos de consumo masivo como puertas, ventanas, parquet, machimbrados elaborados en pequeñas o medianas empresas locales.



**FIGURA 7.** Proceso ecoinnovador de las vigas laminadas con calidad estructural Cañallam© (tiras de caña brava secas, preservadas y procesadas por labrado mecanizado + adhesivo fenol formaldehído + presión + calor); desarrolladas en el periodo 1994-95 por Wilver Contreras Miranda y Mary Elena Owen de C., en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales de Mérida, Venezuela. Fotos: Wilver Contreras Miranda.

Podría esperarse que, la introducción de los métodos de construcción ecoinnovadores fuera paulatina, e incluso se asimilara de forma sincrética junto con los métodos convencionales (Cilento Sardi, 1996). Sin embargo, actualmente la producción de viviendas sociales todavía se basa, casi exclusivamente, en métodos de construcción convencionales.

Con el fin de iluminar y entender esta realidad, en el presente trabajo se ha llevado a cabo un Análisis Estratégico de los métodos de construcción tradicionales post industriales y los ecoinnovadores, en relación con la vivienda social en Hispanoamérica.

## 2. OBJETIVOS

Para conseguir este propósito general, los objetivos concretos de la presente investigación, son los siguientes:

- i) Identificar los factores que han influido en la construcción de viviendas sociales en el ámbito Hispanoamericano
- ii) Analizar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de dos métodos de construcción: el tradicional post industrial y el ecoinnovador
- iii) Proponer las acciones estratégicas subsiguientes para corregir las debilidades, afrontar las amenazas, mantener las fortalezas y potenciar las oportunidades para cada método de construcción analizado
- iv) Explorar y valorar la existencia de combinaciones óptimas de elementos de ambos métodos de construcción, desde un punto de vista estratégico

Estos objetivos se circunscriben a los métodos de construcción de viviendas sociales en el ámbito territorial hispanoamericano. Asimismo, los objetivos se alcanzarán de manera cualitativa y mediante juicios expertos.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr los objetivos expuestos anteriormente, se utilizó una consulta sistemática a un panel de expertos internacionales mediante la aplicación del método DELPHI, que es bien conocido y extensamente utilizado en la literatura científica.

Aun así, se ha realizado alguna adaptación en relación con el método comúnmente utilizado, por ejemplo, en Parra Santiago, Camarero Orive y Fañanás Díaz (2020): tras la selección de los expertos y su aceptación, se les envió un cuestionario con siete items a responder sobre su país: los sistemas constructivos más usados; la relación de la arquitectura con el medio socio económico y cultural; el grado de penetración de las tecnologías de construcción ecoinnovadoras; la existencia de programas de financiación de viviendas sociales; la existencia de colaboración entre las autoridades públicas, las asociaciones empresariales y las universidades en materia de tecnologías de la construcción de viviendas sociales; así como el posible uso de la vivienda social con fines predominantemente políticos (electoralistas).

El objetivo de este cuestionario ha sido triple: establecer la relación con el experto, centrando el tema; determinar el grado de conocimiento real y concreto del experto sobre el tema; y obtener información relevante en una primera aproximación.

El panel DELPHI se formó con 49 expertos, de los cuales 30 (61.2%) profesores e investigadores universitarios, 7 (14.3%) *entrepreneurs*, 7 (14.3%) *of public employees* y 5 (10.2%) investigadores de institutos tecnológicos. La distribución por países: Venezuela 19 (38.8%); Ecuador 10 (20.4%); México 6 (12.3%); Colombia 3 (6.1%); Chile 3 (6.1%); Argentina 2 (4.1%); Panamá 2 (4.1%); España 2 (4.1%); Guatemala 1 (2.0%); Perú 1 (2.0%).

Las comunicaciones se realizaron por medios electrónicos y la puesta en común en caso de discordancia se llevó a cabo de forma anónima, a través de la figura de los moderadores.

Una vez procesado este cuestionario, se procedió a la consulta enfocada en el Análisis Estratégico realizado en tres fases:

1. Correspondiente a la Identificación de los Factores;
2. La relativa al análisis *SWOT* para establecer: Fortalezas-Debilidades – Oportunidades - Amenazas (*Strengths-Weakness-Opportunities-Threats*) (*SWOT*);
3. La correspondiente a las propuestas *CAME* para: Corregir debilidades - Adaptarse a las amenazas - Mantener las fortalezas existentes - Explorar (y explotar o potenciar) las oportunidades detectadas (*Correct weaknesses - Adapt to threats - Maintain existent Strengths - Explore (and exploit) detected opportunities*) (*CAME*).

El análisis estratégico *SWOT-CAME*, también es muy conocido en la literatura científica. Aunque originalmente surgió en el ámbito del análisis estratégico de empresas, su aplicación se ha extendido a problemas muy diversos, algunos de ellos muy cercanos a los objetivos de la presente investigación, como los siguientes: asentamientos informales de vivienda - *informal settlements of housing* (Soliman, 2012); regeneración urbana sostenible en zonas vulnerables - *sustainable urban regeneration in vulnerable areas* (Ruá, Huedo, Cabeza, Sáez y Agost Felip, 2021); infraestructuras logísticas - *logistic infrastructures* (Parra Santiago, Camarero Orive y Fañanás Díaz, 2020); (Sánchez Cambronero, González Cancelas y Molina Serrano, 2020); or evaluación de tecnología - *technology assessment* (Gibis et al., 2001).

Luego, según lo planteado en el objetivo 3, se proponen las acciones estratégicas subsiguientes, para corregir las debilidades, afrontar las amenazas, mantener las fortalezas y explorar y potenciar las oportunidades para cada método de



construcción analizado. Finalmente, para cumplir con el objetivo 4, con las opiniones del panel de expertos, se plantea la posible existencia de alguna combinación entre los dos sistemas constructivos (el TPIM y el ECOM), que pudiera ser óptima desde el punto de vista estratégico.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan siguiendo el orden de los objetivos de la investigación, los cuales se exponen a continuación:

##### 4.1. OBJETIVO 1. Factores que han influido en la construcción de viviendas sociales en el ámbito Hispanoamericano

Realizado el procesamiento de datos según la metodología planteada, los Factores que determinan la producción de viviendas sociales, a juicio de los expertos consultados son los siguientes:

- a) Estabilidad sociopolítica y económica, y el grado de compromiso del Gobierno.
- b) Disponibilidad de recursos económicos del Estado-nación, bien a través de los ingresos por impuestos y tasas; o bien mediante emisión de deuda pública o el acceso a empréstitos ante los organismos competentes internacionales.
- c) Capacidad técnica y compromiso del personal profesional estatal para la planificación, gestión, desarrollo de proyectos arquitectónicos, urbanos y tecnológicos constructivos; debidamente monitoreados para la evaluación, continuidad o redefinición de las políticas habitacionales públicas.
- d) Participación y compromiso de todos los involucrados en el desarrollo y concreción de los proyectos sociales habitacionales, como son las asociaciones profesionales, sindicatos de obreros, asociaciones empresariales, los funcionarios públicos, los usuarios y los afectados.

- e) Disponibilidad de materias primas locales o de la región y existencia de tecnologías constructivas apropiadas y apropiables para viviendas unifamiliares, en tiras/cinta o multifamiliares en complejos habitacionales concentrados o aislados.
- f) Alto costo de los terrenos para el emplazamiento de urbanismos de viviendas sociales dentro de la poligonal y en la periferia inmediata; razón por la cual se está construyendo en áreas distantes a la ciudad.
- g) Colaboración interinstitucional, nacional e internacional, entre organismos del Estado, gremios industriales, promotores inmobiliarios y centros de investigación.

Desde el punto de vista de los métodos de construcción que se comparan, los factores a) y b), no implican diferencias sustanciales entre uno y otro. Es importante señalar que, la comparación de edificaciones con estructura de hormigón, de acero y de madera indica que existen diferencias de costes y plazos de ejecución, quedando la solución estructural de madera en una posición media en ambos casos (Atapuma Naranjo, Jarrín Vivar y Mora Martínez, 2013). Por ello, el método ecoinnovador resulta competitivo, ya que presenta un equilibrio entre los dos criterios.

De hecho, se puede estimar cualitativa e indirectamente esa competitividad a través de la observación de las soluciones constructivas utilizadas en la vivienda informal, como paradigma de criterio económico limitante. Los expertos indicaron que las soluciones son muy diversas, dependiendo de la región, las posibilidades económicas de las familias y las potencialidades del sector. Aun así, los referentes constructivos más importantes son el concreto armado, la madera, el bambú, los bloques de cemento, la arcilla, los adobes estabilizados secos al sol y el bahareque, con la teja y las láminas galvanizadas de cinc como soluciones más utilizadas en cubiertas. Esto demuestra que los factores económicos pueden ser limitantes casi exclusivamente en el caso del acero.

En relación al resto de factores, los únicos que pueden *condicionar el método de construcción* son la *disponibilidad de materias primas y la existencia de tecnologías constructivas apropiadas y apropiables, ya que los requerimientos de ambos métodos son distintos*. Sin embargo, el método constructivo tradicional postindustrial, al estar históricamente consolidado y ser bien conocido por todos los involucrados, puede tener mejor desempeño en los factores que no son estrictamente objetivables o cuantificables, en cuanto a costo, calidad y cantidad de viviendas.

Por otra parte, todos factores antes mencionados influyen en la *cantidad de viviendas* construidas en Hispanoamérica. Según datos recabados en el análisis bibliográfico, existen deficiencias en relación a las estadísticas actualizadas referidas a la cantidad de viviendas sociales construidas por el Estado-nación, especialmente en las dos últimas décadas (2000-2020). En ese sentido, México construyó 6,6 millones unidades en el periodo 2000-2012, llegando a superar la meta establecida por el Conavi (Correa López, 2014); en Colombia desde 2001 a 2010 se edificaron 1.135.000 viviendas, correspondiendo a 113,495 por año, y en el último decenio fueron construidas 2,100,000 viviendas (Forero, 2019); en Chile entre 2011 y 2017 el gobierno entregó 233,661 siendo el 53% de ellas sin crédito hipotecario y el 47% con crédito, y proyectaba construir 21 mil viviendas de integración social para 2019 (Chechilnitzky *et al.*, 2018); mientras que en Venezuela, desde el año 2000 hasta 2019, a través del Ministerio de Hábitat y Vivienda (Minev) y su emblemático programa Gran Misión Vivienda Venezuela (GMVV) ha construido 3.199.872 viviendas (Villarroel, 2020 y MINEC, 2020).

#### 4.2. OBJETIVO 2. Analizar las Fortalezas–Debilidades–Oportunidades–Amenazas/ (*Strengths-Weakness-Opportunities-Threats* - SWOT) de los dos métodos de construcción: el Tradicional Post Industrial (TPIM) y el Ecoinnovador (ECOM).

Los resultados de las matrices SWOT propuestas tras la consulta al panel de expertos, son los siguientes:

#### SWOT Traditional Post-Industrial Method (TPIM) / SOWT del Método Tradicional Post Industrial.

343

##### Strengths/Fortalezas

Los materiales señalados en cada ítem son los que tienen mayor fortaleza o mejor desempeño para su uso en el Método Tradicional Post Industrial:

- TPIM.S1. Coste de materiales (hormigón y arcilla).
- TPIM.S2. Coste de mano de obra (hormigón).
- TPIM.S3. Plazo de ejecución (acero).
- TPIM.S4. Durabilidad (hormigón y acero).
- TPIM.S5. Comportamiento frente a sismo (acero).
- TPIM.S6. Comportamiento frente a incendio (hormigón).
- TPIM.S7. Comportamiento frente a huracanes (hormigón y acero).
- TPIM.S8. Normalización (acero).
- TPIM.S9. Escaso o nulo mantenimiento (hormigón).
- TPIM.S10. Posibilidad de sustitución de elementos fallidos (acero).
- TPIM.S11. Alto nivel de sostenibilidad del material (madera).
- TPIM.S12. Alta disponibilidad de material mineral en el lugar (arcilla).
- TPIM.S13. Generación de mayor número empleos (hormigón).

##### Weaknesses/Debilidades

Los materiales señalados son los que tienen mayores debilidades o peor desempeño para su uso en el Método Tradicional Post Industrial:

- TPIM.W1. Coste de materiales (acero).

- TPIM.W2. Coste de mano de obra (acero).
- TPIM.W3. Plazo de ejecución (hormigón).
- TPIM.W4. Comportamiento frente a sismo (hormigón y mampostería de ladrillos y adobe).
- TPIM.W5. Comportamiento frente a incendio (acero y madera).
- TPIM.W6. Consecuencias de un derrumbe (hormigón y acero).
- TPIM.W7. Necesidad de mantenimiento (acero y madera).
- TPIM.W8. Imposibilidad de sustitución de elementos fallidos (hormigón).
- TPIM.W9. Confort térmico (acero y hormigón).

### Opportunities/Oportunidades

Los materiales señalados son los que tienen mayores oportunidades para su uso y/o buen desempeño en el Método Tradicional Post Industrial:

- TPIM.O1. Características bien conocidas por parte de todos los involucrados (hormigón, acero, bloques de cemento y ladrillos de arcilla).
- TPIM.O2. Experiencia de su utilización en todas las fases: proyecto, legalización y ejecución, en diversos sistemas constructivos (hormigón, acero, bloques de cemento y ladrillos de arcilla).
- TPIM.O3. Excelente aceptación y apropiabilidad por parte de los usuarios (hormigón, acero, bloques de cemento y ladrillos de arcilla).
- TPIM.O4. Existencia de proveedores y cadenas de suministro consolidadas para todos los materiales analizados.
- TPIM.O5. Se percibe como construcción sólida y duradera (hormigón, mampostería de bloques de cemento y ladrillos de arcilla).
- TPIM.O6. Urgencia para la entrega de las viviendas (acero).
- TPIM.O7. La existencia de políticas, planes y programas públicos de vivienda social para el uso en los métodos post industriales.

### Threats/Amenazas

Los materiales señalados son los que tienen mayores amenazas para su uso en el Método Tradicional Post Industrial:

- TPIM.T1. El elevado precio del suelo urbano puede retraer la construcción de vivienda social (para cualquiera de los materiales es igual).
- TPIM.T2. Encarecimiento de los materiales por incremento de los costes energéticos (acero y aluminio).
- TPIM.T3. Encarecimiento de los materiales por tasas medioambientales (acero, aluminio y cemento).
- TPIM.T4. Encarecimiento de los materiales por escasez (acero y aluminio).
- TPIM.T5. Endurecimiento de las regulaciones ambientales (acero, aluminio y cemento).
- TPIM.T6. Percepción de menor sostenibilidad (acero, aluminio y cemento).

### SWOT Ecoinnovation Method (ECOM) / SWOT del Método Ecoinnovador.

#### Strengths/Fortalezas

Los materiales señalados son los que tienen mayor fortaleza y/o mejor desempeño para su uso en el diseño y fabricación de viviendas ecoinnovadoras):

- ECOM.S1. Plazo de ejecución por prefabricación (laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico, elementos pretensados de hormigón).
- ECOM.S2. Durabilidad (elementos pretensados de hormigón, nuevos bloques de hormigón-arcilla).

- ECOM.S3. Comportamiento frente a sismo (laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.S4. Normalización (laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico)
- ECOM.S5. Posibilidad de sustitución de elementos dañados o deteriorados (laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.S6. Balance de CO<sub>2</sub> (laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico)
- ECOM.S7. Menores consecuencias de un derrumbe (Madera y bambú y sus derivados).
- ECOM.S8. Confort térmico y acústico (tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).

### Weaknesses/Debilidades

Los materiales señalados son los que tiene mayor debilidad o los que se comportan peor para su uso en el Método Ecoinnovador:

- ECOM.W1. Comportamiento deficiente frente a incendio (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.W2. Necesidad de mantenimiento (laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú).
- ECOM.W3. Existencia insuficiente de mano de obra calificada (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.W4. Existencia insuficiente de plantas de transformación y de tratamiento (productos forestales ecoinnovadores de la madera y el bambú).

- ECOM.W5. Escasa disponibilidad de materia prima, en países hispanoamericanos que no tienen plantaciones forestales.

### Opportunities/Oportunidades

Los materiales señalados son los que influyen en la mayor oportunidad para su uso en el Método Ecoinnovador:

347

- ECOM.O1. Percepción de mayor sostenibilidad (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.O2. Urgencia para la entrega de las viviendas (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.O3. La existencia de políticas, planes y programas públicos de vivienda social (elementos pretensados de hormigón, nuevos bloques de hormigón-arcilla).
- ECOM.O4. Sinergia con las explotaciones forestales sostenibles (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.O5. Endurecimiento de las regulaciones ambientales (elementos pretensados de hormigón, nuevos bloques de hormigón-arcilla).

### Threats/Amenazas

Los materiales y/o características señaladas son las que tienen o representan mayor amenaza para el uso en el Método Ecoinnovador:

- ECOM.T1. El elevado precio del suelo urbano puede retraer la construcción de vivienda social.
- ECOM.T2. Encarecimiento de los materiales por escasez.



- ECOM.T3. Características poco/nada conocidas por parte de todos los involucrados.
- ECOM.T4. Menor experiencia en su utilización, principalmente en las fases de legalización y ejecución (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.T5. Baja aceptación por parte de los usuarios (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.T6. Proveedores y cadenas de suministro incipientes (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.T7. No se percibe como construcción sólida y duradera (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.T8. Plagas de xilófagos (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).
- ECOM.T9. Escaso conocimiento de normas y reglamentos para su uso (prefabricación de laminados, tableros aglomerados y contraenchapados de madera/bambú y composting de madera-plástico).

La diversidad de los ítems que se observan en el análisis SWOT del TPIM (Traditional Post-Industrial Method) corresponde a la diversidad de materiales y soluciones constructivas, inherentes a cada sistema constructivo. Esta característica era esperable dado que este método es sincrético (Cilento Sardi, 1986) y expresa la experiencia técnica completa, consolidada durante los últimos dos siglos. Como se observa, algunos de los ítems del análisis son diametralmente opuestos entre sí, del mismo modo que las características de los principales materiales (concreto y acero) son sustancialmente distintas.

Por el contrario, los ítems del análisis SWOT del ECOM están más alineados entre sí. Esto se debe a que los materiales y las soluciones constructivas que incluye, tienen un concepto, un comportamiento y unas prestaciones muy similares. Únicamente en el caso de los elementos prefabricados y normalizados de hormigón pretensado, se utiliza una base material de características sustancialmente distintas (pétreo artificial vs. lignocelulósica). Aun así, comparten un concepto común como es el de la prefabricación y la normalización; por esta razón, también existe cierto grado de alineación, incluso en el caso más desfavorable.

#### 4.2.1. Ventajas y desventajas estratégicas de ambos métodos

Las ventajas y desventajas que se deducen luego de la comparación de los análisis SWOT entre el Método Tradicional Post Industrial (TPIM) y el Método Ecoinnovador (ECOM), son las siguientes:

*Las fortalezas diferenciales (TPIM) dependen del material predominante.* Así, las ventajas estratégicas del acero se reducen a su comportamiento frente a huracanes, pese a su baja resistencia a la oxidación. En cualquier caso, esta fortaleza se minimiza por las mayores consecuencias que provoca, ante un desastre. Por su parte, cuando predomina el hormigón o la arcilla, se observan importantes fortalezas diferenciales: el coste de materiales y mano de obra; la generación de mayor número de empleos; el comportamiento frente a incendio; y la alta disponibilidad de materias primas.

*Las fortalezas diferenciales del ECOM son:* el balance de CO<sub>2</sub>, que tiene un enorme interés en relación con el cambio climático; el confort térmico y acústico, que tiene interés sobre el bienestar de los residentes en las viviendas; y las menores consecuencias en caso de derrumbe, que puede tener interés en zonas habitualmente afectadas por fenómenos climatológicos extremos, así como ante los sismos.

*Las debilidades*, sólo son comunes las relativas al comportamiento frente a fuego en el caso del TPIM con acero o madera como materiales predominantes y el ECOM. Es decir: las debilidades son características de cada método y, por tanto, los condicionan estratégicamente. Sólo son comunes a ambos métodos: la existencia de políticas, planes, programas y proyectos de vivienda social (por cuestiones obvias de ampliación de la demanda) y, la urgencia en la entrega de las viviendas, sólo en el caso del uso del acero como material predominante en el TPIM.

*Por último, las debilidades las oportunidades y las amenazas son características de cada método y, por tanto, los condicionan estratégicamente; sólo comparten la amenaza del incremento del precio del suelo urbano por la presión de la demanda de vivienda, y el encarecimiento de los materiales por escasez en el caso del uso predominante de acero y aluminio en el TPIM.*

### **4.3. OBJETIVO 3. Proponer las acciones estratégicas subsiguientes para corregir las debilidades, adaptarse y/o afrontar las amenazas, mantener las fortalezas y explorar o potenciar las oportunidades para cada método de construcción analizado. (Correct weaknesses - Adapt to threats - Maintain existent Strengths - Explore (and exploit) detected opportunities) (CAME).**

Luego del análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, se plantean las Propuestas CAME de acciones estratégicas para *Corregir debilidades - Adaptarse o Afrontar a las amenazas - Mantener las fortalezas existentes - Explorar (y explotar o potenciar) las oportunidades detectadas en los dos métodos.*

En tal sentido las matrices CAME propuestas tras la consulta al panel de expertos son las siguientes:

### CAME Traditional Post-Industrial Method

#### Correct weaknesses / Corregir las debilidades

- TPIM.W1. Depende del mercado. Sólo se puede actuar mediante la utilización de menos cantidad de material, por medio de la optimización del cálculo de la estructura.
- TPIM.W2. Depende del mercado laboral. Sólo se puede actuar financiando la capacitación de personal.
- TPIM.W3. Depende del tiempo de fraguado. Se puede mejorar con el uso de aditivos u optimizando el Project management
- TPIM.W4. Se puede mejorar incorporando elementos y principios de diseño sismoresistentes.
- TPIM.W5. Se puede mejorar mediante la aplicación de recubrimientos ignífugos y principios de diseño para prevención y control de incendios.
- TPIM.W6. Ubicación de la edificación en terrenos geomorfológicamente estables y lejos áreas susceptibles a inundaciones, deslaves y desplazamiento de masas. Las consecuencias de un derrumbe (hormigón y acero) son difícilmente corregibles y sólo se puede actuar mediante la utilización de menos cantidad de material, por medio de la optimización del cálculo de la estructura, además de incorporar elementos de diseño estructural que refuercen la edificación ante el colapso Ej. cruces de San Andrés.
- TPIM.W7. Se puede minimizar utilizando material con tratamientos superficiales previos contra la corrosión, agentes xilófagos, fotodegradación solar, entre otros.
- TPIM.W8. Se puede paliar con reparaciones *ad hoc* de los elementos fallidos
- TPIM.W9. Soluciones de ruptura de puentes térmicos. Diseño de sistema de ventilación cruzada, cámaras de aislamiento, materiales aislantes sostenibles, fachadas ventiladas, parasoles, prolongación de aleros en techos, uso de paredes con aberturas para paso del aire.

Las debilidades encontradas afectan directamente y en mayor medida al hormigón y acero, por lo cual se requiere implementar en todo el ciclo de vida (fase de obtención y uso de materia prima), los principios de la arquitectura bioclimática (lograr confort térmico y adecuada ventilación, entre otros) y de la Ecología Industrial (Ecodiseño, Ecoeficiencia, transformación en Polígonos Ecoindustriales e implementación de las normas de calidad, medio ambientales y salud-seguridad industrial). Lo anterior, por igual se aplica a la arcilla y la madera en los países con mayor potencial de su uso en la construcción.

Respecto a la localización de las viviendas, se requiere que se realicen estudios previos geomorfológicos de la calidad del suelo y seleccionar áreas distantes de riesgo físico-natural; además de que los proyectos de arquitectura e ingeniería estructural incorporen los requerimientos de calidad sismo resistente.

### **Adapt to threats / Adaptarse o afrontar las amenazas**

- TPIM.T1. Priorizar uso de terrenos que son propiedad de la nación. Negociar para procurar disminuir el precio de los terrenos privados objeto de desarrollos urbanísticos dentro de la periferia de la ciudad. Utilizar terrenos fuera de la poligonal urbana (bien sea propiedad del Estado o privados), garantizando las infraestructuras básicas de servicio respetando los criterios de sostenibilidad, en especial un buen servicio de transporte.
- TPIM.T2. Establecer sistemas de generación de energías alternativas en las plantas industriales de acero y aluminio. Sustituir materiales, proveedores o técnicas de ejecución, si es posible. Proyectar el uso de la madera y sus productos forestales para disminuir costos de producción ya que consume menos energía en su ciclo de vida (LCA). Dr. lo redactamos mejor para que se entienda.
- TPIM.T3. Minimizar el uso de los materiales más gravados, si es posible. Promover el uso de materiales reciclados. Dr. cambiamos para evitar

sesgo hacia el uso de la madera que es uno de los materiales más ecológicos.

- TPIM.T4. Generar una adaptación preventiva si existe capacidad para aprovisionarse antes del alza de los precios. Mejorar la productividad o reducir los beneficios del constructor (o una combinación de estas acciones). Incrementar el precio final o mejorar la productividad o reducir los beneficios del constructor (o una combinación de estas acciones). Sustituir materiales, proveedores o técnicas de ejecución, si es posible.
- TPIM.T5. Sustituir materiales, proveedores o técnicas de ejecución, si es posible establecer sistemas de gestión medioambiental en procura de minimizar los impactos.
- TPIM.T6. Solicitar a las empresas proveedoras de acero, aluminio y cemento que aumenten la transparencia aportando datos de LCA.

Participación de las partes interesadas (Estado-nación-propietarios de terrenos), para llegar a acuerdos factibles de tipo fiscal y beneficio mutuo, para disminuir costos de terrenos para urbanismos sociales. En materia de costes energéticos, tasas ambientales y regulaciones ambientales se propone la implementación de principios de Ecodiseño de productos industriales sostenibles y procesos industriales Ecoeficientes. Proyectar el uso de materiales de bajo impacto ambiental, caso de la madera, el bambú y productos elaborados a partir de procesos de reciclaje.

### Maintain strengths / Mantener las fortalezas

- TPIM.S1. Vigilar el coste de materiales (hormigón) y, en caso de tendencia al alza, acopiar (si es posible).
- TPIM.S2. Controlar la productividad para mantener la competitividad.
- TPIM.S3. Controlar la gestión del cronograma para mantener el plazo de ejecución (acero).

- TPIM.S4. Realizar controles de calidad para asegurar la durabilidad (hormigón y acero).
- TPIM.S5. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca).
- TPIM.S6. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca).
- TPIM.S7. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca).
- TPIM.S8. No requiere acción específica (es fortaleza intrínseca).
- TPIM.S9. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca).
- TPIM.S10. Disponer de personal cualificado y medios adecuados para mantener la posibilidad de sustitución de elementos fallidos (acero y madera).
- TPIM.S11. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca).
- TPIM.S12. Realizar estudios de búsqueda de nuevas minas para garantizar el suministro.
- TPIM.S13. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca del sistema constructivo en hormigón).

Propiciar compra y almacenamiento adelantada con la previsión de silos y áreas de depósito que garanticen la estabilidad y propiedades del cemento, la piedra, arena; así como del acero. En el caso de la arcilla, realizar estudios de geomorfología que definan la localización de nuevas minas en el territorio nacional.

En referencia al acero y la madera para prever la sustitución de elementos fallidos, implementar programas de capacitación continua del personal técnico y cumplir con las normas de calidad, seguridad e inspección estructural.

### Strengthen opportunities / Potenciar - Fortalecer las oportunidades

- TPIM.O1. TPIM.O2. TPIM.O3. TPIM.O4. TPIM.O5. Son oportunidades por tratarse de un método constructivo bien conocido por todos los involucrados y de solidez contrastada. Por ello, potenciar estas oportunidades ha de consistir, simplemente, en la puesta en valor de las mismas frente a los *decision-makers*.
- TPIM.O6. Proponer soluciones con estructuras de acero en aquellos países con garantía de suministro de este material.
- TPIM.O7. Ofrecer soluciones de viviendas sociales adecuadas de alta calidad, con precios competitivos adaptadas a la demanda.

### Explore (and exploit) opportunities / Explorar o Potenciar las oportunidades

Respecto a potenciar o fortalecer las oportunidades, no amerita discusión ya que están intrínsecas en su contenido: TPIM.O1. TPIM.O2. TPIM.O3. TPIM.O4. TPIM.O5. TPIM.O6. Respecto al TPIM.O7, implementar los principios técnicos del sincretismo tecnológico propuesto por Cilento Sardi (1996), ampliando la posibilidad de uso de los materiales constructivos y mano de obra de cada región, entre otros.

### CAME Ecoinnovation Method

### Correct weaknesses / Corregir las debilidades

- ECOM.W1. Uso de recubrimientos especiales en el proceso de transformación y mantenimiento continuo en uso.
- ECOM.W2. Ofrecer plan detallado de mantenimiento, sensibilizar a los usuarios y publicar video-tutoriales
- ECOM.W3. Ofrecer planes de formación y capacitación. Sensibilizar a los usuarios y sociedad en general a través de publicación de video-tutoriales.



- ECOM.W4. Programas de financiamiento para la construcción de plantas de transformación y tratamiento de madera y bambú. Capacitación de personal técnico y profesional altamente calificado.
- ECOM.W5. Programas de financiamiento para el desarrollo de plantaciones e industria forestal de madera y bambú.

Implementar programas de difusión técnica de las ventajas competitivas de los materiales ecoinnovadores, para procurar la apropiabilidad de la sociedad, especialmente del gremio de profesionales y técnicos, así como del gremio de industriales y promotores inmobiliarios; en los funcionarios de las instituciones de cada Estado-nación, especialmente, los decision-makers para consolidar los proyectos de nuevas plantaciones forestales con fines de construcción; establecer programas y proyectos de valorización de residuos sólidos agroindustriales, urbanos y rurales para el reciclaje y reutilización, dirigidos a la generación de nuevos productos ecoinnovadores.

356

### **Adapt to threats / Adaptarse o enfrentar las amenazas**

- ECOM.T1. Priorizar uso de terrenos que son propiedad de la nación. Negociar para procurar disminuir el precio de los terrenos privados objeto de desarrollos urbanísticos dentro de la periferia de la ciudad. Utilizar terrenos fuera de la poligonal urbana (bien sea propiedad del Estado o privados), garantizando las infraestructuras básicas de servicio respetando los criterios de sostenibilidad, en especial un buen servicio de transporte.
- ECOM.T2. Utilizar y generar nuevos materiales y sistemas constructivos a partir de la I+D+i, con la estrategia del triángulo de la innovación (Estado-Universidad-Industria).
- ECOM.T3. Divulgar características técnicas y beneficios de los nuevos materiales y sistemas constructivos en el ciclo de vida de la edificación.

- ECOM.T4. Presentar a los empleados públicos experiencias exitosas y las singularidades técnicas de los nuevos métodos constructivos. Capacitar a los operarios de la construcción.
- ECOM.T5. Presentar a los usuarios potenciales experiencias exitosas
- ECOM.T6. Impulsar la industria de prefabricación de elementos constructivos a partir de productos forestales y su cadena de suministro.
- ECOM.T7. Divulgar las características técnicas comparadas.
- ECOM.T8. Disponer de planes de mantenimiento preventivo y correctivo.

Participación de las partes interesadas (Estado-nación-propietarios de terrenos), para llegar a acuerdos factibles de tipo fiscal y beneficio mutuo, para disminuir costos de terrenos para urbanismos sociales. En materia de costes energéticos, tasas ambientales y regulaciones ambientales se propone la implementación de principios de Ecodiseño de productos industriales sostenibles y procesos industriales Ecoeficientes en todo el ciclo de vida de los productos ecoinnovadores.

Implementar programas de difusión técnica de las ventajas competitivas de los materiales ecoinnovadores, para procurar la apropiabilidad de la sociedad, especialmente del gremio de profesionales y técnicos, así como del gremio de industriales y promotores inmobiliarios y sociedad en general.

Procurar programas de financiamiento de proyectos I+D+i, por parte de cada Estado-nación para el desarrollo de nuevos productos ecoinnovadores y viviendas construidas a partir de los productos forestales y de hormigón prefabricado.

### Maintain strengths / Mantener las fortalezas

- ECOM.S1. Controlar la gestión del cronograma para mantener el plazo de ejecución. Establecer programas de formación y capacitación en los nuevos materiales y tecnologías.
- ECOM.S2. Realizar controles de calidad para asegurar la durabilidad

- ECOM.S3. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca). Mantener un programa de evaluación y monitoreo continuo del mantenimiento de la edificación.
- ECOM.S4. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca).
- ECOM.S5. Disponer de personal cualificado y medios adecuados para mantener la posibilidad de sustitución de elementos fallidos.
- ECOM.S6. Actualizar LCA periódicamente.
- ECOM.S7. No requiere acción específica una vez controlada la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución (es fortaleza intrínseca).
- ECOM.S8. Comprobar la correcta ejecución. Mantener un programa de evaluación y monitoreo continuo del mantenimiento de la edificación.

Implementar en la generación de nuevos productos en todo su ciclo de vida los principios de la Ecología Industrial (Ecodiseño, Ecoeficiencia, transformación en Polígonos Ecoindustriales e implementación de las normas de calidad, medio ambientales y salud-seguridad industrial). Establecer sistemas de indicadores para la evaluación continua del ciclo de vida de los nuevos materiales, sistemas constructivos y proyectos de vivienda.

### Explore - Strengthen opportunities / Explorar – Potenciar o Fortalecer las oportunidades.

- ECOM.O1. Poner en valor la percepción de mayor sostenibilidad.
- ECOM.O2. Poner en valor las ventajas de su competitividad en tiempos de ejecución.
- ECOM.O3. Promover programas y proyectos para ofrecer soluciones de alta calidad adaptadas a la demanda.
- ECOM.O4. Poner en valor esta sinergia económica y medioambiental en aquellos países con recursos forestales.

- ECOM.05. Aprovechar la ventaja competitiva de las ecoinnovaciones incorporadas. Poner en valor las ventajas de su mejor comportamiento ambiental.

La sostenibilidad de todo el ciclo de vida de los nuevos productos y proyectos de vivienda, radica en que el Estado-nación implemente el triángulo de la ecoinnovación para la generación de nuevos productos y sistemas constructivos industriales. Haciendo énfasis en aplicar los principios de la Ecología Industrial (Ecodiseño, Ecoeficiencia, transformación en Polígonos Ecoindustriales e implementación de las normas de calidad, medio ambientales y salud-seguridad industrial). Desarrollar programas difusión a todos los niveles de la sociedad; para dar a conocer las ventajas competitivas que tienen los nuevos materiales, nuevos sistemas constructivos y viviendas sostenibles, respecto a los tradicionales.

#### **4.4. Objetivo 4. Explorar y valorar la existencia de combinaciones óptimas de elementos de ambos métodos de construcción, desde un punto de vista estratégico.**

La posible existencia de alguna combinación entre el TPIM y el ECOM que pudiera ser óptima desde el punto de vista estratégico, fue sometida a la valoración del panel de expertos con el resultado siguiente:

- No existe una combinación de elementos de ambos métodos que sea óptima de forma general para todo el ámbito hispanoamericano. Al menos, existen dos grandes grupos de países como Chile y Venezuela, cuya diferencia reside en el acceso y producción propia de los productos forestales.
- El uso de soluciones del TPIM basadas en el acero (Consideramos eliminar el acero porque en Venezuela, México y otros países, éste se mezcla en la construcción con mampostería de cemento y arcilla, y en algunos casos con madera); en el aluminio, no es una opción estratégicamente recomendable para la vivienda social y no deberían considerarse en una combinación de ambos métodos de construcción.

- La evidencia de los impactos ambientales globales presiona sobre las políticas y las regulaciones medioambientales. Por ello, la incorporación de elementos del ECOM en el TPIM es inevitable por su mejor desempeño ambiental. Incluso puede ser significativa a medio plazo y generalizada a largo plazo.
- Los elementos del ECOM que probablemente se incorporen en primer lugar son algunos elementos no estructurales, como los cerramientos, laminados de pisos, puertas y ventanas de productos forestales y productos reciclados. Posteriormente, se introducirán las vigas laminadas. Donde la construcción con el TPIM ya incluya algunos elementos estructurales de madera sólida, su sustitución por la alternativa ECOM se producirá en un plazo menor y de forma más sencilla.
- Otra opción es incluir elementos del TPIM sobre el concepto arquitectónico y constructivo del ECOM. Esta posibilidad es la más adecuada desde el punto de vista de una estrategia que priorice la sostenibilidad, intentando minimizar las debilidades y amenazas del ECOM. Sin embargo, en la actualidad parece difícil que se produzca este cambio conceptual, al menos a corto y medio plazo.
- Los elementos del TPIM a incluir en el concepto del ECOM en una combinación óptima estratégica, son: el concreto en la estructura principal (cimentación, pilares y jácenas), y la mampostería de ladrillo de arcilla hasta cierta altura que disminuya la necesidad de mantenimiento por humedad o impactos.

Efectivamente, en aquellos países en los que no existen plantaciones forestales capaces de suministrar de forma sostenible la materia prima para la producción de los elementos prefabricados propios del ECOM, es más complicado que sus ventajas competitivas superen sus desventajas. Y ello porque no es posible una sinergia entre la industria forestal y las empresas constructoras, dificultando además el desarrollo de canales de distribución de estos nuevos productos. Por

ello, en el caso de los países que tienen bosques naturales (como Ecuador, Bolivia, Perú, Colombia, México, Guatemala), se requiere implementar campañas educativas y de capacitación técnica sobre el uso sostenible del material madera y bambú.

Por otra parte, el desempeño ambiental de los elementos no estructurales del ECOM es mucho mejor que los correspondientes del TPIM (con perfiles de hierro galvanizado, aluminio o PVC), como se analiza en Barrios, Contreras y Owen de C. (2006) para la madera. Esto significa que el GAP de desempeño ambiental de soluciones más innovadoras, todavía será mayor. Y son elementos cuyo mantenimiento no es tan problemático. Por ello, la previsión del panel de expertos puede ser acertada.

La introducción de elementos estructurales innovadores debe vencer resistencias importantes, tanto de percepción como de cualificación (en la legalización, en la construcción y en el mantenimiento). Por ello su introducción será más tardía y dependerá de las limitaciones impuestas por las regulaciones ambientales sobre otros materiales convencionales. La información, la sensibilización y la formación deben jugar un papel importante en la introducción de estos elementos en la tipología constructiva de las viviendas sociales, pero todo apunta a que el motor de ese cambio será el endurecimiento de las regulaciones ambientales.

Por último, el análisis teórico de las ventajas y desventajas competitivas sugiere como óptimo -desde el punto de vista estratégico- el cambio conceptual hacia el ECOM, aunque se mantengan algunos elementos del TPIM, que ayuden a vencer resistencias. Mantener el uso del hormigón en la estructura principal del edificio y la mampostería de ladrillo de cemento o arcilla en las partes más sensibles de los cerramientos como baños, cocina y servicios, permitiría conseguir una mejor percepción de la edificación, mantendría un coste competitivo y un número de empleos más elevado; el tiempo de finalización de los forjados y los cerramientos se reduciría y el mantenimiento sería más simple. Y todo ello, sin comprometer significativamente el confort térmico y acústico.

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinó que entre los principales factores que influyen en el desarrollo de la vivienda social adecuada, en Hispanoamérica, que permitan satisfacer su cantidad, calidad, confort, seguridad y sostenibilidad, son:

- La estabilidad sociopolítica y económica, y el grado de compromiso del Estado-nación.
- Disponibilidad de recursos económicos del Estado-nación, bien a través de los ingresos por impuestos y tasas, o bien mediante emisión de deuda pública o el acceso a empréstitos ante los organismos competentes internacionales.
- El coste, que es un factor importante no puede ser limitante para la dignidad de las familias de menores recursos económicos.

Las debilidades de cada uno de los métodos analizados son características de cada uno y, por tanto, los condicionan estratégicamente dependiente de su ubicación territorial, de su cultura y de los recursos que cada país disponga para el desarrollo de los planes, programas y proyectos de vivienda social. Lo mismo en el caso de las oportunidades y las amenazas.

La dotación de viviendas sociales contextualizadas en urbanismos sostenibles, es una deuda aún pendiente, y un compromiso de los Estados-naciones hispanoamericanos en el siglo XXI para poder cumplir con los Objetivos del Desarrollo Sostenible, en procura de superar las grandes desigualdades socioeconómicas derivadas de la pobreza, el hambre, la insuficiente educación y desarrollo.

El poder público de cada nación debería promover el diseño de proyectos de nuevos desarrollos urbanísticos sostenibles que consideren los sistemas ecoinnovadores, incluyendo la industrialización de componentes, para acometer planes nacionales de viviendas sociales adecuadas y sostenibles.

Como recomendaciones se pueden mencionar las siguientes:

- Desarrollar nuevos sistemas constructivos industrializados, que consideren la integración de los métodos ecoinnovadores, enfocados a la masificación de la vivienda social adecuada, para cumplir con el ODS: 11.
- Promover ante organismos nacionales, el desarrollo de proyectos de edificaciones sociales de viviendas unifamiliares y multifamiliares que permitan la prefabricación.
- Definir propuestas en el marco de la Integración Ambiental Estratégica, para consolidar el Triángulo de la Sostenibilidad, en pro de atender la demanda de viviendas sociales en Hispanoamérica.
- Promover ante organismos nacionales e internacionales la actualización de las estadísticas sociales para contar con datos y actuar en consecuencia.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Wilver Contreras Miranda y al panel de expertos consultados que con su valiosa contribución han hecho posible el presente trabajo.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATAPUMA NARANJO, M., C. JARRÍN VIVAR y C. MORA-MARTÍNEZ.** 2013. *Estudio técnico económico comparativo entre proyectos estructurales de hormigón armado, acero y madera para viviendas y edificios.* Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 721 p.
- BALCHIN, P. y J. STEWART.** 2001. Social housing in Latin America: Opportunities for affordability in a region of housing need. *Journal of Housing and the Built Environment* (16): 333-341.
- BARRIOS E., W. CONTRERAS MIRANDA y M. E. OWEN DE CONTRERAS.** 2006. Repercusiones energéticas y económicas del uso de la madera como elemento constructivo para viviendas de interés social en Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana* 40: 1-28.
- BROWN, R. y D. MAUDLIN.** 2012. Concepts of Vernacular Architecture. *The SAGE Handbook of Architectural Theory* pp: 340–368.



- CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN.** 2019. *Prospectiva edificadora*. CAMACOL. 3ª Edición. En línea: [:https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/PROSPECTIVA%20EDIFICADORA%202019\\_1.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/PROSPECTIVA%20EDIFICADORA%202019_1.pdf) [Consultado: 17/09/2021].
- CEPAL.** 2018. *Plan de Acción Regional para la implementación de la Nueva Agenda Urbana en América Latina y el Caribe 2016-2036*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). En línea: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42144/2/S1800033\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42144/2/S1800033_es.pdf) [Consultado: 17/09/2021].
- CHECHILNITZKY, A., B. VELÁSQUEZ y X. ASTUDILLO.** 2018. Gobierno proyecta construir 21 mil viviendas de integración social en 2019. En línea: <https://www.latercera.com/nacional/noticia/gobierno-proyecta-construir-21-mil-viviendas-integracion-social-2019/444608/> [Consultado: 16/08/2021].
- CILENTO SARDI, A.** 1996. Sincretismo e innovación tecnológica en la producción de viviendas. *Revista Tecnología y Construcción* 12(1): 16-19.
- CONTRERAS MIRANDA, W., M.E. OWEN DE C. y Y. CONTRERAS MIRANDA.** 2001. Nuevos productos forestales a partir de caña brava (*Gynerium sagittatum*). *Revista Forestal Latinoamericana* 16(32): 23-36.
- CONTRERAS MIRANDA, W., M.E. OWEN DE C. y N. PEREIRA COLLS.** (2002). El desarrollo de tecnologías apropiadas a partir de residuos de plantas musáceas. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología* 35:532-546.
- CONTRERAS MIRANDA, W., M.E. OWEN DE C. CONTRERAS, Y., E. THOMSON y A. CONTRERAS.** 2004. Diseño de una vivienda industrializada, plegable y transportable con productos forestales, para disminuir el déficit habitacional venezolano. *Revista Forestal Latinoamericana* 19(35): 37-52.
- CORREA LÓPEZ, G.** 2014. Construcción y acceso a la vivienda en México, 2000-2012. *Revista Intersticios Sociales* 7(31): 1-31.
- ECHEVERRÍA, MISHHELL.** 2023. La intervención y la planificación de la vivienda en la formalidad o la informalidad. Imagen Vivienda en las periferias de Quito, en sectores de riesgo. En línea: <https://www.redalyc.org/journal/1251/125173916008/html/> [Consultado: 20/02/2021].
- FORERO, SANDRA.** 2019. En Colombia se deben construir 3,2 millones de vivienda en la siguiente década, Camacol. En línea: <https://www.larepublica.co/economia/colombia-se-deben-construir-32-millones-de-vivienda-en-la-siguiente-decada-camacol-2902162+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ve> [Consultado: 17/08/2021].

- FRANCISCUS, POPE.** 2015. *Laudato 'Si*. Ciudad del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana.
- GÁMEZ GARCÍA, D., H. SALDAÑA MÁRQUEZ, J. GÓMEZ SOBERÓN, P. ARREDONDO REA, M. GÓMEZ SOBERÓN y R. CORRAL HIGUERA.** 2019. Environmental Challenges in the Residential Sector: Life Cycle Assessment of Mexican Social Housing. *Energies* 12: 1-24.
- GIBIS, B., J. ARTILES, P. CORABIAN, K. MEIESAAR, A. KOPPEL, P. JACOBS y D. MENON.** 2001. Application of strengths, weaknesses, opportunities and threats analysis in the development of a health technology assessment program. *Health Policy* 58: 27-35.
- GILBERT, A.** 2001. *La vivienda en América Latina*. Inter-American Development Bank. Departamento de Integración y Programas Regionales Instituto Interamericano para el Desarrollo Social. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-vivienda-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf> [Consultado: 17/09/2021].
- MINEC.** 2020. GMVV ha entregado 3.199.872 de viviendas. Gobierno Bolivariano de Venezuela-MINEC. En línea: <http://www.minec.gob.ve/gmvv-ha-entregado-3-199-872-de-viviendas/> [Consultado: 18/08/2021].
- MINHVI.** 2022. El Presidente de la República, Nicolás Maduro Moros, lideró la jueves la entrega de viviendas llegando al hito de 3.900.000 hogares dignos de GMVV. En línea: <https://www.minhvi.gob.ve/?p=2900> [Consultado: 15/05/2021].
- ONU.** 2010. *El derecho a una vivienda adecuada*. Vol. 21. Ginebra: Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. En línea: [https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21\\_rev\\_1\\_Housing\\_sp.pdf](https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf) [Consultado: 08/07/2021].
- OWEN DE C., M. E. y W. CONTRERAS MIRANDA.** 2020. *Determinación del Volumen de ramas de especies forestales maderables aprovechadas en la Reserva Forestal Imataca*. Consultoría FAO. Documento inédito. Caracas, Venezuela.
- PARRA SANTIAGO, J., A. CAMARERO ORIVE y M. FAÑANÁS DÍAZ.** 2020. Valorization of logistics infrastructures using the SWOT-Delphi-CAME methodology. The case of the Albacete railway logistics platform. *Ingeniería y competitividad* 23(1): 1-15.
- POSADA, H. y A. MORENO MONROY.** 2017. Informality, city structure and rural-urban migration in Latin America. *Annals of Regional Science* 59: 345-369.
- RUÁ, M., P. HUEDO, M. CABEZA, B. SÁEZ y R. AGOST FELIP.** 2021. A model to prioritise sustainable urban regeneration in vulnerable areas using SWOT and CAME methodologies. *Journal of Housing and the Built Environment*.

- SALINGAROS NIKOS A., D. BRAIN, M. D. ANDRÉS, M. W. MEHAFFY y E. PHILIBERT PETIT.** 2019. Realidades incómodas de la vivienda social en Latinoamérica. En línea: [https://www.archdaily.cl/cl/929689/casa-hendida-anagram-architects?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.archdaily.cl/cl/929689/casa-hendida-anagram-architects?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next). [Consultado: 15/09/2021].
- SALZER, C. y C. CAMARASA.** 2015. *Innovation for Low-Rise Construction in the Urban Tropics: Utilization of Structural Bamboo for Cost-Efficient Housing*. En S. K. Donyun Kim (Ed.), 8th Conference of the International Forum on Urbanism, Incheon (Korea). pp: 1-7.
- SALZER, C. H. WALLBAUM, M. ALIPON y L. LÓPEZ.** 2018. Determining Material Suitability for Low-Rise Housing in the Philippines: Physical and Mechanical Properties of the Bamboo Species *Bambusa blumeana*. *BioResources* 13(1): 346-369.
- SALZER, C., H. WALLBAUM, L. LÓPEZ y J. KOUYOUJJI.** 2016. Sustainability of Social Housing in Asia: A Holistic Multi-Perspective Development Process for Bamboo-Based Construction in the Philippines. *Sustainability* 8(151): 1-26.
- SALZER, C., H. WALLBAUM, Y. OSTERMEYER y J. KONO, J.** 2017. Environmental performance of social housing in emerging economies: life cycle assessment of conventional and alternative construction methods in the Philippines. *International Journal of Life Cycle Assessment* 22: 1785-1801.
- SÁNCHEZ CAMBRONERO, A., N. GONZÁLEZ CANCELAS, N. y B. MOLINA SERRANO.** 2020. Analysis of port sustainability using the PPSC methodology (PESTEL, Porter, SWOT, CAME). *World Scientific News* 146: 121-138.
- SOLIMAN, A.** 2012. Building bridges with the grassroots: housing formalization process in Egyptian cities. *Journal of Housing and Built Environment* 27: 241-260.
- THE WORLD BANK.** 2021. *The World Bank IBRD+IDA*. En línea: <https://data.worldbank.org/> [Consultado: 15/09/2021].
- UNITED NATIONS.** 2017. *HABITAT III Regional Report. Latin America and the Caribbean. Sustainable Cities with Equality*. Vols. Official document, A/CONF.226/7.
- VILLARROEL, I.** 2020. GMVV ha entregado 3.199.872 de viviendas. En línea: <http://www.minec.gob.ve/gmvv-ha-entregado-3-199-872-de-viviendas> [Consultado: 16/08/2021].