

# 1. B-Pallets. Un modelo de construcción sustentable



MIRIAM REMESS PÉREZ\*

MARCO MONTIEL ZACARÍAS\*\*

JESÚS MARTÍN SANTAMARÍA LÓPEZ\*\*\*

ANTONIO MOLINA NAVARRO\*\*\*\*

LAURA ENCARNACIÓN RIVERA\*\*\*\*\*

PILAR CARRILLO FERNÁNDEZ\*\*\*\*\*

PEDRO MELGAREJO REMESS\*\*\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.300.01>

## Resumen

El proyecto B-Pallets propone reutilizar estos materiales para construir viviendas modulares de bajo costo, adaptadas al clima cálido-húmedo, e integrarlas a la academia, al sector público, privado y sociedad civil para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El objetivo de este estudio es ofrecer soluciones arquitectónicas que ayuden a mejorar la calidad de vida de los sectores sociales más vulnerables, mediante la optimización del ciclo de vida de la vivienda, al reciclar materiales y emplear la economía circular, bajo el diseño de una metodología multidisciplinaria y de colaboración institucional.

---

\* Doctora en Arquitectura. Profesora-investigadora de la Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat, Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4004-1870> ; correo electrónico: mremess@uv.mx

\*\* Doctor en Arquitectura. Profesor-investigador de la Facultad de Arquitectura, Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3000-274X>

\*\*\* Maestro en Construcción. Profesor-investigador de la Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2236-8984>

\*\*\*\* Doctor en Educación. Profesor-investigador de la Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7949-8371>

\*\*\*\*\* Arquitecta egresada de la Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1620-1395>

\*\*\*\*\* Arquitecta egresada de la Universidad Veracruzana, México. Actualmente ejerce la profesión en el sector privado. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4091-5665>

\*\*\*\*\* Arquitecto, Especialista en Administración y Gestión de Proyectos Arquitectónicos y Urbanos de la Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2640-8171>

Los resultados incluyen el diseño de prototipos habitacionales y la propuesta del sistema constructivo B-Pallets, como solución replicable que reduce desperdicios y coadyuva a facilitar el acceso a la vivienda digna.

**Palabras clave:** *vulnerabilidad, vivienda, proyecto y construcción sostenibles, reutilización de materiales, alianzas estratégicas.*

## Introducción

El estado de Veracruz se encuentra entre los seis estados más pobres de México, presenta un rezago significativo en aspectos como educación, salud, seguridad, alimentación y, especialmente, en la calidad de la vivienda. Muchas familias viven en condiciones precarias que afectan su bienestar y desarrollo integral. De acuerdo con el último estudio realizado por CONEVAL, los resultados de medición de pobreza en el estado de Veracruz en 2018 fueron de 60.2 % y de pobreza extrema: 16.1 %; en el año 2020 los resultados obtenidos fueron del 58.6 % y 13.9 %, respectivamente, por lo que hubo una reducción del 1.6 % en los niveles de pobreza y una disminución de 2.2 % de la pobreza extrema.

En paralelo, la actividad del transporte marítimo en el puerto de Veracruz genera una gran cantidad de materiales de embalaje desechados —principalmente *pallets* de madera y poliestireno— que, al no ser reutilizados, terminan en rellenos sanitarios o se incineran, lo cual contribuye considerablemente a la contaminación ambiental.

Ante esta problemática dual, el proyecto de investigación B-Pallets surge como una propuesta innovadora y sostenible que reutiliza estos materiales de desecho para elaborar un sistema constructivo modular, económico y adaptable al clima cálido y húmedo característico de Veracruz. Este sistema combina los *pallets* reciclados con materiales naturales como la arcilla para los acabados, conformando con ello viviendas en tres módulos básicos que incluyen espacios para cocina, comedor, habitaciones y servicios sanitarios secos.

B-Pallets articula una estrategia multisectorial que involucra a la academia, al sector público, la iniciativa privada y la sociedad civil, alineándose

así con la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ods), tales como la erradicación de la pobreza, la acción climática, ciudades y comunidades sostenibles, así como alianzas para lograr estos fines.

## **Panorama actual. El medioambiente**

Uno de los mayores retos ambientales del antropoceno, el calentamiento global, es un problema abordado desde diversas actividades humanas. Para los profesores e investigadores Sudharsan y Sivalingam (2019), la producción y el uso de materiales como el concreto, cemento y tabique para los procesos de la industria de la construcción es lo que genera mayor impacto al planeta por la emisión de gases y de dióxido de carbono.

Dada esta circunstancia, la necesidad de plantear soluciones al problema de la contaminación de la industria de la construcción se hace cada vez más latente, fijando la atención tanto en los procesos de producción y fabricación, como en la generación de desechos. En su investigación, Sudharsan y Sivalingam analizan detalladamente desde la clasificación y tipos de materiales hasta el planteamiento de cómo en el proceso de manejo de los desechos de construcción deben identificarse sus características y el impacto que tienen en el medioambiente. De este modo, el planteamiento de incorporar en la industria de la construcción el empleo de materiales de desecho para edificar representa un desafío (Lufiego y Lufiego, 2020), puesto que conlleva un sinnúmero de consideraciones por el tipo de material de desecho del que se trate (Arias, 2016). Si el manejo de estos procesos es adecuado pueden verse beneficiados tanto el medioambiente como la naturaleza y los seres vivos que la integran.

Este problema no atañe solo a la industria de la construcción, en general el mercado mundial y el transporte marítimo en cuanto a los materiales para embalaje y consolidación de carga es un grave problema ambiental. Esas industrias también envían una gran cantidad de desechos por productos. La disposición de los residuos es una gran tarea para cada industria. Las industrias necesitan concentrarse más en la eliminación de una manera perfecta. Si están enviando los desechos a los ríos, entonces el agua se con-

tamina. Pero si los materiales de desecho se están depositando en la tierra también representa un gran problema (Sudharsan y Sivalingam, 2019).

En el contexto nacional, México es uno de los 11 países a nivel mundial con la mayor cantidad de emisiones de CO<sup>2</sup>. A lo largo de 2020 nuestro país emitió 490 toneladas de CO<sup>2</sup>, de las cuales el 65 % corresponden al sector de la industria de la construcción. Los materiales convencionales generan una grave contaminación al medioambiente, la cual es necesario revertir para lograr la construcción sustentable.

## La vivienda

En el *Informe de Pobreza Multidimensional 2022* del CONEVAL se señala que la población en situación de pobreza extrema ascendía a 9.1 millones de personas, equivalente al 7.1 % de la población nacional (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2023). El estado de Veracruz tiene una población total de aproximadamente 8 millones, de ella, el 58.3 % vive en la pobreza y el 16.9 % en la pobreza extrema, lo que refleja, entre otros, un bajo nivel de ingresos y condiciones de vida precarias.

Por otro lado, desde 1948 se estableció en la Declaración Internacional de Derechos Humanos el derecho a una vivienda adecuada (Goycoolea y Núñez, 2009). En México, a pesar de que ha ido evolucionando el concepto de vivienda adecuada, así como la manera en cómo los tres niveles de gobierno la han ido incorporando en sus planes de desarrollo, la realidad es otra.

Según datos de ONU-Hábitat con base en registros de CENAPRED (2017) y SEDATU, Veracruz es de los estados más afectados por viviendas dañadas debido a desastres naturales, como sismos e inundaciones en el periodo 2000-2016. Asimismo, de los 480 municipios mexicanos con vulnerabilidad alta y muy alta al cambio climático, 61 (de 212 en Veracruz) se encuentran en estas categorías (CENAPRED, 2017; ONU-Hábitat, 2018; SEDATU y ONU-Hábitat, 2018). Complementariamente, Veracruz presenta alta vulnerabilidad estatal al cambio climático, pues 61 de sus 212 municipios tienen grado alto o muy alto de vulnerabilidad (Gobierno del Estado de Veracruz, 2019). Al mismo tiempo, Veracruz es el quinto estado con la mayor proporción de vi-

viendas con rezago habitacional (58.6 %) y el estado con mayor número de hogares que han sido desplazados debido a la violencia e inseguridad (ONU-Hábitat, 2018).

Por otra parte, según un estudio de 2020 del CONEVAL actualmente en Veracruz 5 088 600 personas viven en pobreza y 1 457 900 en pobreza extrema, lo que se refleja en la falta de servicios de educación, salud y seguridad social, alimentación inadecuada y mala calidad de los espacios básicos de vivienda y otros servicios. Este sector está formado por familias que se dedican al trabajo informal con muy bajos ingresos (vendedores ambulantes, trabajadores agrícolas, empleadas domésticas). En algunos casos, los hombres de este sector migran a las grandes ciudades o, incluso, a Estados Unidos en busca de oportunidades. Desafortunadamente, la mayoría de ellos no regresan y abandonan a sus familias, dejando a las mujeres asumir el papel de cabezas de familia y son quienes sustentan las necesidades de las familias. Estas familias, con una conformación atípica (abuelos con una o dos jóvenes madres solteras, varios niños pequeños, algunas personas con discapacidad) viven en condiciones precarias: hacinamiento, áreas mínimas, construcciones provisionales que no se adaptan a las condiciones ambientales del sitio, cuyo clima suele ser extremo. Básicamente no son espacios habitables y ponen en riesgo la seguridad y la salud.

**Figuras 1 y 2.** Estado actual de las viviendas precarias en la zona de Cotaxtla, Ver.



Fuente: equipo B-Pallets.

Para ONU-Hábitat esta es una situación de atención prioritaria en México. En su propuesta “La vivienda en el centro de los ODS en México” (ONU-Hábitat, 2018) se presentan seis orientaciones estratégicas para abordar estos y otros desafíos. La propuesta para alcanzar los objetivos de la Agenda 2030 son los siguientes:

1. Impulsar la vivienda social intraurbana.
2. Favorecer el acceso de los grupos vulnerables a la vivienda adecuada.
3. Fomentar la vivienda social en renta.
4. Intervenir el tejido urbano deficitario.
5. Reducir el impacto ambiental de la vivienda e incrementar su resiliencia.
6. Optimizar el ciclo de vida de la vivienda.

Este contexto, enmarcado desde los ODS, hace que surjan propuestas desde la academia con el objetivo de nuevas alternativas que coadyuven a enfrentar el déficit de viviendas en nuestro estado, lo que es algo urgente y necesario (Borreguero, 2019). Proyectos de investigación como el de B-pallets intentan hilar diversas circunstancias y actores a través del eje transversal de la sostenibilidad, el reciclaje y la economía circular (Orduña y Guzmán, 2018), enfocándose en sectores poblacionales altamente vulnerables, como las madres solteras, persona de la tercera edad y discapacitados, quienes constituyen verdaderas fuentes de posibilidades para paliar el gran déficit de vivienda adecuada.

**Figura 3.** Viviendas en la zona de Cotaxtla, Ver.



Fuente: equipo B-Pallets.

## La participación de las universidades y los ODS

Uno de los aspectos a tomar en cuenta al momento de desarrollar proyectos sociales no solo en México, sino en todo Latinoamérica, es la pertinencia social, ambiental y económica que deben mostrar estos proyectos para realmente incidir positivamente en la realidad de las personas. Ofrecer propuestas que ayuden a solucionar este problema desde una visión sistémica y holística es uno de los aspectos más importantes que deben atender las universidades para hacer frente a la raíz del calentamiento global y demostrar cómo esto se encuentra relacionado con la desigualdad social, la falta de vivienda y la contaminación producida por la inadecuada gestión de los desechos.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) han suscitado un gran interés en todo el mundo y en las diversas áreas del conocimiento. Para su adecuada interpretación y aplicación, las universidades tienen un papel estratégico. De acuerdo con la guía elaborada por la Sustainable Development Solutions Network (SDSN) Australia/Pacífico, en colaboración con los ACTS (Australian Campuses Towards Sustainability) y la Secretaría Global de SDSN, en general, los ejes estratégicos donde inciden los ODS en las universidades son los siguientes:

1. Aprendizaje y enseñanza, en donde se plantea dotar al estudiante del conocimiento, las habilidades y la motivación suficiente para comprender y abordar los ODS, mediante experiencias académicas y profesionales en profundidad para implementar soluciones a las problemáticas planteadas por los ODS. De esta manera se proporciona una educación asequible e inclusiva para todos, donde se fomenta el desarrollo de las capacidades de estudiantes, futuros profesionales de países en desarrollo y se empodera y moviliza a la juventud (SDSN Australia/Pacific, 2017).
2. Investigación. Dotar del conocimiento necesario, las pruebas científicas, las soluciones, tecnologías, vías e innovaciones para respaldar y apoyar la implementación de los ODS por parte de la comunidad global, a través tanto de enfoques disciplinarios tradicionales, como de nuevos enfoques interdisciplinarios, transdisciplinarios y de en-

foque científico; dotar a los países en desarrollo de capacidad de emprendimiento y utilización de la investigación; colaborar y apoyar a empresas innovadoras para implementar soluciones ODS; potenciar la diversidad en investigación; y formar a los estudiantes en la investigación del desarrollo sostenible.

3. Gobernanza institucional, políticas de gestión y extensión universitaria: implementar los principios de los ODS a través de la gestión y gobierno de la universidad en sus diferentes aspectos: empleo, finanzas, servicios universitarios, instalaciones, adquisiciones, recursos humanos y gestión académica y de estudiantes (Peña, 2020).
4. Liderazgo social: fortalecimiento del compromiso público de la universidad y de su implicación en el abordaje de los ODS; iniciar y facilitar el diálogo y la acción intersectorial, asegurando la presencia del sector educativo superior en la implementación nacional de los ODS y, con ello, demostrar el compromiso universitario ayudando a diseñar políticas basadas en los ODS (Vallaey, 2008).

Bajo el contexto descrito, el proyecto de investigación B-Pallets contribuye a las atenciones estratégicas propuestas por ONU-Hábitat respecto a impulsar la vivienda social, favorecer el acceso de los grupos vulnerables a la misma, reducir el impacto ambiental de la vivienda e incrementar su resiliencia, así como optimizar su ciclo de vida (ONU, 2022).

De la misma manera se tratan los ejes estratégicos donde inciden los ODS en las universidades, pues se llevó a cabo primero la enseñanza-aprendizaje para comprender y abordar los ODS, se realizaron aportaciones desde la investigación multi y transdisciplinar y gestiones desde la vinculación universitaria, haciendo patente su compromiso con las problemáticas nacionales.

Para atender la problemática relacionada con la necesidad de vivienda en la población en condición de pobreza, se consolidó una alianza entre la Universidad Veracruzana y el Consejo Distrital de Desarrollo Rural Sustentable de Veracruz, en el marco del Eje Físico Ambiental, con la participación de diversas instituciones gubernamentales, académicas, privadas y sociales. Entre las principales entidades involucradas se encuentran la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional Forestal (CONA-

FOR), la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca (SEDARPA), la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Asimismo, participaron representantes del sector privado, como Hutchison Ports Icafe, así como del sector social, mediante comités ciudadanos, el Colegio de Posgraduados, la Confederación Revolucionaria de Obreros y Campesinos (CROC) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Esta colaboración interinstitucional permitió articular esfuerzos y recursos orientados al diseño e implementación de soluciones habitacionales sustentables, dirigidas a reducir el déficit de vivienda en comunidades en situación de vulnerabilidad.

Desde su origen, la iniciativa B-Pallets cuenta con una fortaleza metodológica y es que nace directamente de la experiencia en campo, del conocimiento de la realidad de familias específicas que viven en contextos concretos. Es decir, partir de la especificidad y la aplicación del conocimiento ha permitido extrapolar esta iniciativa y proponer a un nivel regional y nacional. Los criterios que propone esta iniciativa son los siguientes:

- Transversalidad, dado que implica la participación activa de la academia, el gobierno, el sector privado y la sociedad civil.
- Genera un antecedente en las experiencias colaborativas de proyectos para las comunidades beneficiadas del estado de Veracruz.
- Es un proyecto que hace hincapié en mejorar las condiciones de habitabilidad de sectores vulnerables de la sociedad, como personas con discapacidad, adultos mayores y madres jefas de familia.
- Propone, a partir de un diseño arquitectónico sostenible, la implementación de ecotecnias y tecnologías asequibles en la construcción y habilitación de viviendas rurales de carácter autosuficiente.
- Implementa el aprovechamiento de las energías de producción industrial, a través del reciclaje de *pallets* de madera utilizados en el puerto de Veracruz, como principal material de construcción combinado con materiales naturales como la arcilla para sus acabados, a partir de un sistema constructivo factible de acuerdo a la zona (Calle, 2019).

- Es un modelo de proyecto participativo que puede ser replicado, adaptándose a otros entornos suburbanos, rurales e indígenas a nivel estatal y nacional.

## Metodología B-Pallets

La metodología del proyecto B-Pallets a la que se hace referencia, se construyó desde un enfoque multidisciplinario, participativo y de investigación aplicada que finalmente puede definirse y condensarse de la siguiente manera:

1. Diagnóstico y análisis de contexto. Se realizaron visitas a zonas de vivienda precaria en Veracruz, para identificar condiciones sociales, ambientales y económicas que afectan a familias en situación de vulnerabilidad. Paralelamente, se analizó la generación, manejo y potencial reutilización de materiales desechados por la industria del transporte marítimo, principalmente pallets de madera y poliestireno.
2. Triangulación de actores. Se establecieron alianzas estratégicas con actores clave como la Universidad Veracruzana, instituciones gubernamentales (SADER, SEMARNAT, CONAFOR, entre otras), iniciativa privada (Hutchison Ports Icade) y sector social (comités ciudadanos), consolidando un modelo de gobernanza colaborativa.
3. Caracterización de materiales. Se realizaron pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades físicas, térmicas y estructurales de especímenes de muros contruidos con el sistema B-Pallets, asegurando que cumplieran con criterios de seguridad y confort tanto en construcción como en uso.
4. Diseño bioclimático y prototipos. Con base en principios de arquitectura sostenible, se diseñaron módulos habitacionales adaptados a clima cálido-húmedo, que promueven la autosuficiencia energética y el aprovechamiento de materiales reciclados. Estos diseños se tradujeron en prototipos arquitectónicos funcionales que incluyen uso de ecotecnias accesibles.

5. Evaluación social y educativa. El proyecto se canalizó como eje formativo para estudiantes universitarios, involucrados directamente en el trabajo de campo, diseño, construcción y vinculación comunitaria, favoreciendo una práctica universitaria integral y sensibilizada hacia la sostenibilidad y responsabilidad social.
6. Difusión y validación. Los avances fueron presentados en concursos internacionales de economía circular (Social Business Creation 2021, en Montreal Canadá), y se realizaron actividades de capacitación para fortalecer las capacidades técnicas y de gestión en los actores implicados.

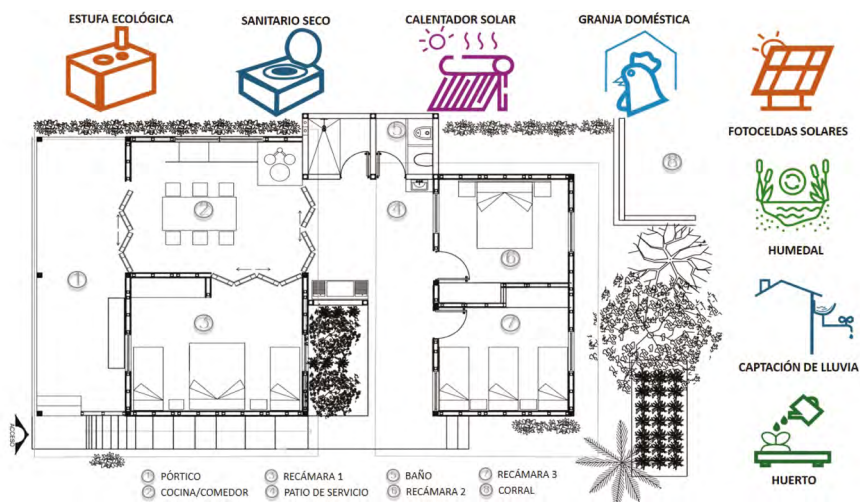
Este proceso metodológico riguroso permitió desarrollar una propuesta arquitectónica y un sistema constructivo innovador, alineado con los desafíos ambientales, sociales y económicos actuales.

## **Propuesta arquitectónica**

El proyecto de investigación B-Pallets surge en la Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat, como un proyecto sensible al contexto local veracruzano de las zonas menos favorecidas. Es muestra del trabajo universitario que incide de manera consciente en el contexto social a través de un ejercicio intelectual, humano y profesional plasmado en un modelo de proyecto y construcción para vivienda dirigida a población de escasos recursos. Propone proyectos, mobiliario y un sistema constructivo para crear espacios de vida sostenibles (de bajo costo, que se adapte a las condiciones naturales y artificiales del medioambiente), que proporcione áreas necesarias para las familias en condición de pobreza (flexible), contribuya a mejorar la calidad de vida de las personas y coadyuve en la reducción de la contaminación generada por la incineración de los materiales.

La vivienda propuesta que corresponde a un contexto de clima cálido-húmedo, se conforma por tres módulos. El primero es para cocina, comedor y una habitación; el segundo para el sanitario seco y la regadera, patio de servicio; y el tercero para dos habitaciones más. Se rescata el valor del pórtico para la convivencia, espacio esencial para la vida de las personas que habitan en estos ambientes.

Figura 4. Planta arquitectónica del proyecto



Fuente: equipo B-Pallets.

1. Acceso
2. Pórtico
3. Rampa para discapacitados
4. Cocina-comedor
5. Recámara
6. Pasillo y área de lavado
7. Baño seco
8. Regadera
9. Recámara
10. Recámara
11. Granja doméstica/corral
12. Huerto y jardín
13. Humedales

**Figura 5.** *Fachada principal de la vivienda*



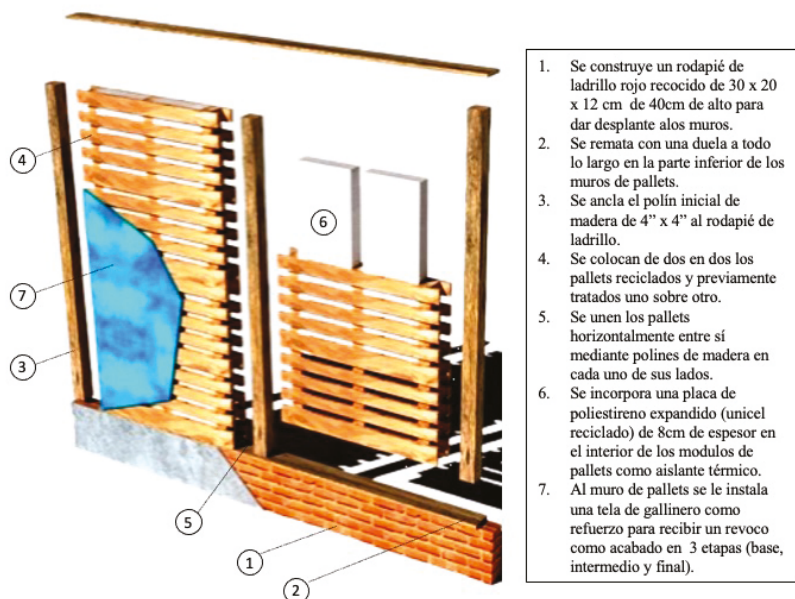
Fuente: equipo B-Pallets.

**Figura 6.** *Vista del agrupamiento de viviendas*



Fuente: equipo B-Pallets.

**Figura 7. Esquema con las características del sistema constructivo**



Fuente: equipo B-Pallets.

## Ventajas del proyecto

Entre los beneficios de utilizar el sistema constructivo de B-Pallets se destaca el menor costo de construcción contra el de una construcción convencional o de características similares en nuestro país, ya que los materiales más utilizados en las casas construidas en la actualidad tienden a aumentar sus precios significativamente con el paso de los años. Actualmente el equipo de trabajo multidisciplinario se encuentra realizando pruebas con el sistema constructivo y acabados para tener un estimado más exacto del costo de construcción de una vivienda de las características presentadas [Para más información sobre el modelo de negocio social sostenible planteado por el equipo, consultar el capítulo 21 de este libro: “B-Pallets, propuesta de negocio social sostenible”].

Otra de las ventajas del proyecto es que promueve el uso de ecotecnologías, el aprovechamiento de los recursos naturales, como el agua y energía solar, y la gestión de alimentos y residuos. Por otro lado, contribuye a la reducción de la contaminación generada por incinerar materiales que aún pueden reciclarse, se mejora la calidad de las viviendas de las familias más vulnerables, se incorpora el uso de estrategias sostenibles: estufa ecológica, sanitario seco, humedal, huerto, granja doméstica, sistema de captación de lluvia, fotoceldas solares, calentador solar, ventilación cruzada.

Asimismo, en lo que respecta a los adelantos en las pruebas de confort térmico y análisis del sistema constructivo, en el año 2022 iniciaron las pruebas a los primeros especímenes. Hoy en día, se han realizado pruebas a 12 especímenes con distintas características usando el método de prueba a través del aparato de placa caliente con guarda (ASTM C177-97) [Para más información técnica del sistema constructivo B-Pallets y los resultados de las pruebas de confort térmico, consulte el capítulo 9: “El muro sustentable. B-Pallets y su caracterización como sistema constructivo”], donde los resultados han sido bastante satisfactorios, ya que ofrece un nivel de confort térmico en espacios habitables mayor a otros materiales tradicionales.

## Posibles impactos a generar

El sistema constructivo y modelo participativo B-Pallets anticipa impactos significativos en múltiples dimensiones. En cuanto a lo ambiental, la reutilización de 175 *pallets* de madera por vivienda que no serían incinerados reduciría la emisión de CO<sup>2</sup>, evitando al mismo tiempo la tala aproximada de 17.5 árboles por vivienda, lo cual contribuye a la conservación forestal y mitiga la huella ecológica. Además, se reduce la incineración y disposición en rellenos sanitarios de materiales que generan emisiones contaminantes, promoviendo con ello la economía circular y un manejo responsable de residuos.

Respecto a la dimensión social, la mejora en la calidad de la vivienda, para familias en situación de pobreza resulta en espacios dignos y saludables, lo que favorece la reducción del rezago social y la vulnerabilidad. La construcción de una vivienda generaría un beneficio inmediato para una familia

de 6 a 8 personas que aprovecharán esta construcción. Asimismo, el proyecto fomenta la colaboración activa entre academia y comunidades, fortalece vínculos sociales y promueve la formación integral de estudiantes en problemáticas reales.

En el ámbito económico, al tratarse de una alternativa constructiva de bajo costo que aprovecha materiales de desecho, se genera un ahorro significativo en la construcción. Además, B-Pallets propone incentivos fiscales para la donación y reciclaje de materiales, lo cual facilita la participación de empresas privadas y genera oportunidades de empleo y desarrollo económico local.

De esta manera, el proyecto constituye una plataforma multidisciplinaria que integra investigación, docencia y vinculación, que posiciona a la universidad como un agente activo en la consecución de los ODS. Los reconocimientos internacionales obtenidos (segundo lugar a nivel mundial en la ronda final del concurso SBC 2022 como “Mejor propuesta de emprendimiento social” y el primer lugar a nivel mundial como la “Mejor propuesta de economía circular” en el mismo certámen) validan la innovación y replicabilidad del modelo. En conjunto, estos impactos contribuyen a alcanzar los lineamientos de la Agenda 2030, promoviendo un desarrollo sustentable que atienda la crisis ambiental, social y de vivienda en Veracruz y en contextos similares a nivel nacional e internacional.

## Conclusiones

Las consideraciones finales a destacar que ofrece este proyecto de investigación universitario parten de la idea de que la reutilización de materiales manufacturados es una tendencia global, pues cada vez hay mayor conciencia de que los niveles actuales de desperdicio y desecho en el sistema económico mundial hacen muy difícil cumplir con la Agenda 2030. Los *pallets* en todas sus tipologías y materiales están lejos de desaparecer y son elementos, junto con otros materiales, para consolidación de cargas que deben incorporarse a la vida útil. B-Pallets tiene la visión de generar un cambio de paradigma multidimensional para cimentar las nuevas buenas prácticas constructivas que están en contra del despilfarro, el desperdicio y los desechos.

Bajo este análisis del consumo y el desecho, algunos de los aspectos a destacar son el uso de productos reciclados para coadyuvar a una construcción de bajo costo y apoyar que las compañías que reutilizan materiales puedan acceder a las autorizaciones para obtener los materiales sea de una manera mucho más eficiente, al generar incentivos fiscales tanto para quien dona como para quien recicla.

Principalmente, B-Pallets se constituye como un vector transversal que tiene la capacidad de identificar diversas problemáticas en sectores muy distintos y darles solución a todos con una sola propuesta, ya que el problema de un sector es la solución de otro. B-Pallets ofrece soluciones al problema ambiental y económico que supone a la iniciativa privada el tener que pagar por destruir e incinerar los pallets que ya no usan, y por otro lado afronta el complejo problema de acceso a la vivienda, ayudando con eso a reducir el rezago social, la vulnerabilidad y la salud pública de la población más necesitada.

De esta manera, la propuesta del sistema constructivo B-Pallets combina materiales de embalaje desechados por el mercado del transporte marítimo internacional con materiales naturales como la arcilla, mediante el uso y aplicación de tecnologías y ecotecnias asequibles. Con esto, el modelo intenta también que sea replicable en otros contextos de vulnerabilidad, pero, sobre todo, se ofrece una solución sostenible con la participación del sector social, la administración pública, la iniciativa privada y la academia, para llegar a tiempo al cumplimiento de la Agenda 2030 y lograr el anhelado desarrollo sustentable.

Como propuesta integradora, B-Pallets ha implicado un desarrollo relevante de varios aspectos, uno de los principales corresponde a la formación profesional de los estudiantes debido a la aplicación de saberes teóricos, heurísticos y axiológicos en manera holista. De igual forma, ha implicado el ejercicio universitario de vinculación a través del trabajo coordinado de los académicos con otras IES, instituciones gubernamentales e iniciativa privada en un trabajo conjunto que beneficia socialmente y transforma el entorno; un desempeño donde los estudiantes participantes han comprendido la importancia de la colaboración de la academia con los actores sociales y gubernamentales en proyectos comunitarios. Desde otra óptica, al incorporar la investigación en un concurso internacional, ha dado

presencia al trabajo intelectual y sensible de académicos y estudiantes como sus creadores y diseñadores, así es como una institución como la universidad incide socialmente en su entorno inmediato.

## **Agradecimiento**

Se reconoce y agradece la participación de los siguientes estudiantes e investigadores en las distintas etapas y en las modalidades de servicio social, tesis, concurso y pruebas de laboratorio llevadas a cabo:

Programa Educativo de Arquitectura:

Estudiantes:

Orlando Rafael Aguilar Flores

Jocelyn Baxin García

Luz del Carmen Campos Cano

Pedro David Cano Hermida

Pilar Carrillo Fernández

Laura Encarnación Rivera

Valeria Enríquez Aguirre

Jesús Fuentes Arellano

Arturo González Vergara

Aylín Adriana Ramírez Romero

Javier Reyes Antonio

Pedro Uziel Rosas Morales

Jessica Monserrat Saucedo Cázares

Profesores:

Mtra. Blanca E. Fernández Martínez

Dr. Marco Montiel Zacarías

Dra. Reyna Parroquín Pérez

Dra. Miriam Remess Pérez

## Programa Educativo de Ingeniería Civil:

### Estudiantes:

Miguel A. Bolaños Buenrostro.

Aydeé Herrera Sánchez

Ulises Lagunes Solís

Anahid Ronquillo Bautista

### Profesores:

Dra. Elsa Lagunes

Dr. Antonio Molina Navarro

Mtro. Jesús M. Santamaría López

## Programa Educativo de Ingeniería Industrial

Lenin Melgarejo Remess

Maureen Freya Varas Santamaría

Cuerpo Académico COCOVI de la Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas

Dr. Raúl Pavel Ruiz Torres

## Referencias

- Arias, M. (2016). *El pallet como elemento arquitectónico*. Master en Arquitectura. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid.
- Borreguero, L. (2019). *Arquitectura tow tech*. Refugio de Emergencia con Pallets.
- Calle, S. (2019). *Aplicación de pallets en el diseño interior de viviendas*. Universidad del Azuay.
- CENAPRED. (2017). *Impacto 2016: daños y pérdidas causados por fenómenos hidrometeorológicos y otros, México*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. <https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/384-IMPACTO2016OE-FINAL12FEBRERO2018.PDF> cenapred.gob.mx
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2023). *Informe de pobreza multidimensional 2022*. CONEVAL. [https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/Documents/Pobreza\\_Multidimensional\\_2022.pdf](https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/Documents/Pobreza_Multidimensional_2022.pdf)

- Gobierno del Estado de Veracruz (2019). *Veracruz ante el cambio climático: acciones mínimas 2019-2024, 65 propuestas*. Veracruz: Gobierno Estatal.
- Goycoolea Prado, R. y Nuñez Martí, P. (2009). De «la vivienda es mi derecho» a las «ciudades armoniosas». La nueva comprensión del espacio habitable de un hábitat en sociedad y utopía. *Revista de Ciencias Sociales*, (34), 217-230.
- Lufiego, E. y Lufiego, R. (2020). Construcción con pallets. *Arquitecto*, (16), 119-128. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/125862/Construcci%C3%B3n\\_con\\_pallets.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/125862/Construcci%C3%B3n_con_pallets.pdf-PDFA.pdf?sequence=1)
- ONU. (2022). *La agenda para el desarrollo sostenible*. ONU. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- ONU-Hábitat. (2018). *Vivienda y ODS en México*. ONU.
- Orduña, R. y Guzmán, P. (2018). *Prototipo de vivienda basada en pallets reciclados de madera*. Universidad La Gran Colombia. Facultad de Arquitectura.
- Peña Porras, D. I. (2020). *Gobernanza, vivienda y conservación de áreas de valor ambiental frente a los Objetivos del Desarrollo Sostenible*. Una reflexión para cinco ciudades latinoamericanas. CODS.
- SDSN Australia/Pacific. (2017). *Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector. Australia, New Zealand and Pacific edition*. SDSN Australia/Pacific.
- SEDATU y ONU-Hábitat. (2018). *Guía de vivienda sostenible y resiliente / informe vivienda-ODS México*. Bitácora Regional de Guerrero. [bitacorateritorial.guerrero.gob.mx](http://bitacorateritorial.guerrero.gob.mx)
- Sudharsan, N. y Sivalingam, S. (2019). Potential utilization of waste material for sustainable development in construction industry. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), 2435-3438. <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i3/C5062098319.pdf>
- Vallaes, F. (2008). Responsabilidad social universitaria: una nueva filosofía de gestión ética e inteligente para las universidades. *Educación Superior y Sociedad*, (2), 191-219. <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001820/182067s.pdf>