

Investigaciones sobre construcción con tierra

Earthen construction research

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i13.225>

YOLANDA GUADALUPE ARANDA JIMÉNEZ

Universidad Autónoma de Tamaulipas. ORCID: 0000-0002-5026-507X.

Correo electrónico: yaranda@docentes.uat.edu.mx

Recepción: 06 de julio de 2022. Aceptación: 14 de noviembre de 2022.

RESUMEN

La vivienda, refugio de la humanidad desde épocas ancestrales, se ha ido transformando según las necesidades de la sociedad: factores climatológicos, protección contra desastres naturales y las dos pandemias que ha pasado la sociedad la han cambiado radicalmente en el diseño. Los materiales que se han utilizado para su construcción han evolucionado desde lo natural y sustentable, hasta lo procesado, por ello la industria de la construcción se ha convertido en una de las que más contamina y es responsabilidad de los constructores buscar materiales y sistemas constructivos de bajo impacto y mínima huella de carbono. La investigación sobre materiales sustentables y ecotécnicas es escasa; por tanto, el objetivo del presente trabajo es difundir las investigaciones sobre la construcción con tierra como una posible solución a dicho problema, presentando diferentes técnicas constructivas. Los prototipos e investigaciones que se han realizado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), campus Tampico-Madero, no tan sólo buscan validar técnicas ancestrales y seguras, bajo normativas y pruebas de laboratorio, sino innovar en la búsqueda de combinaciones y materiales sustentables. Por último, en las discusiones se aborda el tema de cómo afecta la perspectiva de género a dichas investigaciones.

Palabras clave: construcción con tierra, sustentabilidad, prototipos, perspectiva de género en las investigaciones.

ABSTRACT

Housing, refuge of humanity since ancient times has been transformed according to the needs of society: climatological factors, protection against natural disasters and the two pandemics that society has lived through have radically changed its design. The materials that have been used for its construction have evolved from the natural and sustainable to the processed, therefore, the construction industry has become one of the most polluting and it is the responsibility of the builders to look for materials and construction systems with low impact and minimal carbon footprint. Research on sustainable materials and eco techniques is scarce; therefore, the objective of this paper is to disseminate earthen construction research as a possible solution to this problem, presenting different construction techniques. The prototypes and research that have been carried out in the Faculty of Architecture, Design and Urbanism of the UAT Campus Tampico-Madero, not only seek to validate ancestral techniques as safe, under regulations and laboratory tests, but also to innovate in the search for combinations and sustainable materials. Finally, the discussions address the issue of how the gender perspective affects such research.

Keywords: earthen construction, sustainability, prototypes, gender perspective in research.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es una de las que más contamina, por tanto, es indispensable preparar a las futuras generaciones en investigación, desarrollo de materiales y sistemas constructivos con menor impacto al planeta y más sustentables (Vera, 2019); por esto, la construcción con tierra es una alternativa viable de bajo impacto que podría mitigar las emisiones de CO₂.

El término arquitectura con tierra designa a las construcciones hechas con tierra cruda, bajo sus diferentes técnicas constructivas. Se dice que más de un tercio de la población mundial vive en casas de tierra. Los diversos sistemas constructivos se clasifican en tres grandes grupos: técnicas mixtas, mampostería y muros monolíticos. Las técnicas mixtas deben su nombre a que se utiliza una estructura que generalmente es de madera o bambú, cuya función es soportar la mezcla de suelo arcilloso, estabilizado con paja y que formará el muro. La mampostería, como su nombre lo indica, son mampuestos o bloques hechos con moldes o con prensas que, unidos todos formarán el muro; por último, los muros monolíticos, a diferencia de la mampostería, el muro será integral, no formado por mampuestos, y generalmente se ocupa un encofrado o cimbra (Rocha y Jové, 2015).

Los sistemas que componen cada uno de estos grupos en técnicas mixtas son: bajareque, cob con estructura, tierra alivianada y relleno. En mampostería se encuentran: los adobes, hechos a mano y con molde, tierra extruida, bloques de tierra comprimida o BTC; bloques de tierra cortados o terrón. En cambio, los muros monolíticos están formados por: tapia o tapial en sus diferentes versiones, tierra vertida, moldeado directo, tierra empilada y excarvado (Huben y Guillaud, 1994).

La construcción con tierra en nuestro país ya es una realidad. Para el año 2012 se entregó el Premio Nacional de Vivienda a fraccionamientos

sustentables en El Zapote, estado de Morelos, y a otros esfuerzos conjuntos de organizaciones no gubernamentales como “Ayúdame que yo también soy mexicano”, en San Juan Petlapa, Oaxaca (Chávez, Escamilla, *et al.*, 2012).

Construir con tierra es una responsabilidad, no una moda, y se tienen que validar las construcciones y hacerlas seguras. Para tal propósito existen las normas de construcción con tierra, y cada país tiene las propias, por lo que a continuación se describen como referencia, pues se utilizaron en cada una de las investigaciones y prototipos.

NORMATIVIDAD EN CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

En México existen según la Ley de Metrología y Normalización, donde la Secretaría de Economía, a través de la Dirección General de Normas, es responsable de operar el catálogo de normas; según esta ley existen tres tipos de normas: normas oficiales mexicanas (NOM), normas mexicanas (NMX), normas de referencia (NRF). El término norma oficial mexicana se refiere a normas de regulaciones técnicas, y de observancia obligatoria. Es el documento que establece la aprobación de un organismo reconocido, con las condiciones mínimas que debe tener un producto o servicio, o las especificaciones exactas para probarlo (SE, 2022).

Además, existen las normas del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S. C. (ONNCCE), el cual tiene una norma para bloques de tierra comprimida y próximamente saldrá otra específicamente en construcción con tierra.

Es muy importante mencionar los países de América Latina que poseen normas de tierra, ya que se deben de tomar como referencia para validar esta construcción en países donde no hay. La sigla N corresponde a norma, seguida de las iniciales del país; así por ejemplo NCh Norma Técnica Chilena, NBr Norma Técnica Brasileña y así sucesivamente.

ARGENTINA

Cada vez se construye más con tierra cruda; posee leyes, ordenanzas locales y municipales, apoyándose los constructores en normas técnicas internacionales.

BRASIL

Posee normas técnicas NBR actualizadas a 2012; estas normas se refieren básicamente a mampostería y muros monolíticos.

CHILE

Tiene su norma técnica NCh 3332, referida a intervención de construcciones patrimoniales, además de documentos técnicos y recomendaciones.

COLOMBIA

Tiene su norma técnica NTC 5324, que está basada en la francesa, además de varios documentos técnicos.

EL SALVADOR

Tienen el Reglamento técnico salvadoreño y criterios técnicos, básicamente referidos a construcciones de adobe para viviendas de un piso.

GUATEMALA

Tiene reglamentos de construcción para adobe de carácter nacional y reglamentos para construcciones patrimoniales e intervención.

MÉXICO

Posee una norma para bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y otra en trámite, así como algunos reglamentos para patrimonio que aplican de igual manera si están construidos en tierra o no, así como conservación.

PERÚ

Posee la norma técnica Eo80 para diseño y construcción con tierra reforzada, además de varias normas técnicas para adobe y documentos técnicos para adobe reforzado.

Por todo lo expuesto, es necesario que estas construcciones estén validadas bajo normas técnicas que estandaricen los productos como

mampostería y las hagan más seguras, que es lo que se ha venido haciendo en las investigaciones de tierra de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

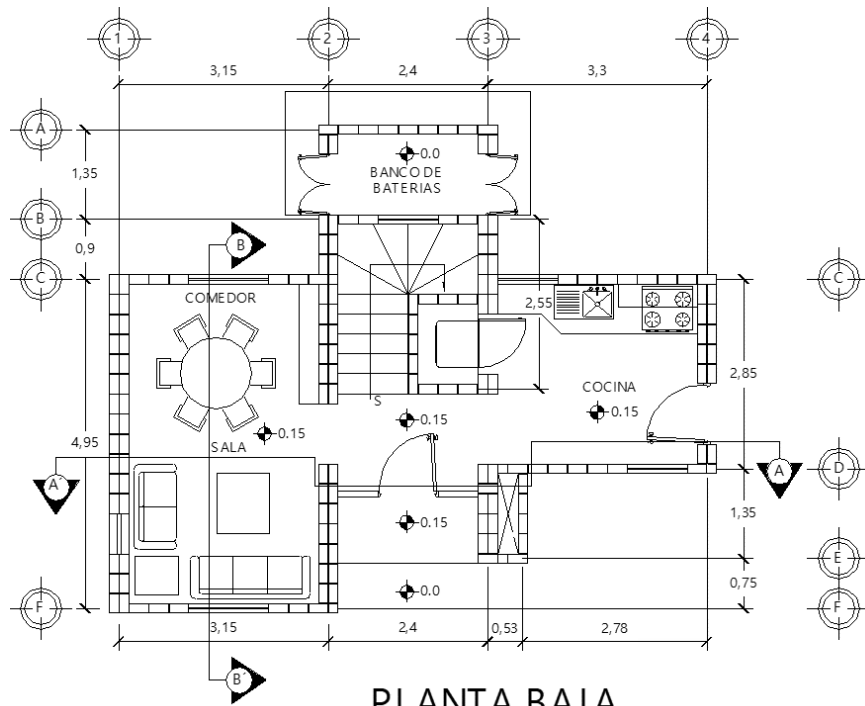
PROTOTIPO A BASE DE MUROS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC)¹

El primer prototipo desarrollado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU/UAT), se terminó de construir en 2006, siendo los muros de bloques de tierra comprimida y el entrepiso y azotea de madera. Dicho prototipo se construyó en dos plantas y consta de 60 m²; cimentación a base de zapatas corridas, armadas con Vs. de ½”, cerramientos de concreto armado, aplanados de cal-arena en muros, piso cerámico y ventanas de aluminio; la losa tanto entrepiso como azotea se realizó a base de cargadores de madera y triplay extra reforzado, sobre el cual se pegó el piso cerámico en el entrepiso; en la azotea arriba de éste se fijó impermeabilizante en rollo y siendo la losa inclinada, al respecto no ha habido problema. Cabe destacar que en los muros se aparejaron los BTC dobles y posteriormente se monitoreó por temperatura. El proyecto original poseía celdas solares para hacer este prototipo autosustentable, de tal manera que la energía generada iba a una batería de almacenamiento y era capaz de encender todas las luminarias del prototipo.

1. Éste es el único proyecto donde la autora del artículo no fue responsable técnico, sólo colaboradora.

IMAGEN 1

Planta baja arquitectónica prototipo experimental, muros a base de bloques de tierra comprimida (BTC)

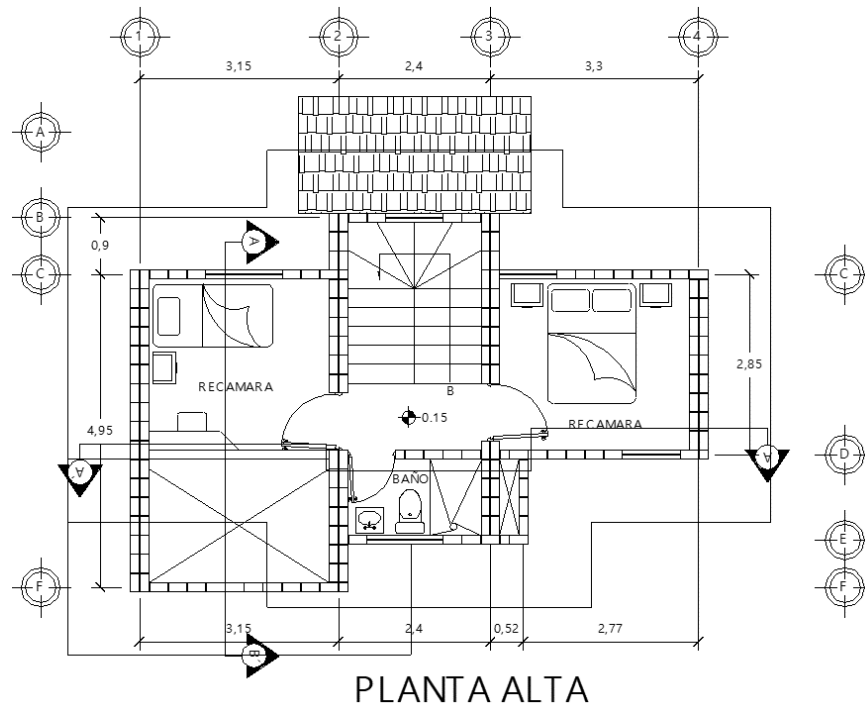


PLANTA BAJA

Fuente: arquitecto J. Garcés, colaboradora del proyecto.

IMAGEN 2

Planta baja arquitectónica prototipo experimental, muros a base de bloques de tierra comprimida (BTC)



PLANTA ALTA

Fuente: arquitecta J. Garcés, colaboradora del proyecto.

El objetivo de este proyecto, además de ver la factibilidad de ser una casa autosustentable, era calcular la transmitancia térmica en muros y techumbre, para posteriormente compararlo con construcciones tradicionales de block y losa de concreto, además de utilizar una técnica para los muros, como son los bloques de tierra comprimida. Los resultados obtenidos a través del tiempo: a) durabilidad del sistema constructivo de tierra, tanto de los materiales como de la estructura; b) en cuanto a la transmitancia térmica, la losa es la que tuvo el mayor índice, no así los muros, y c) se cumplió el objetivo de ser autosostenible en cuanto a la energía.

PROTOTIPO DE VIVIENDA A BASE DE MUROS DE PET Y CUBIERTA DE MADERA

Diseño y construcción de pie de casa. Este proyecto de investigación tenía por objetivo utilizar un material que se pueda reciclar, como son las botellas de PET, en los muros.

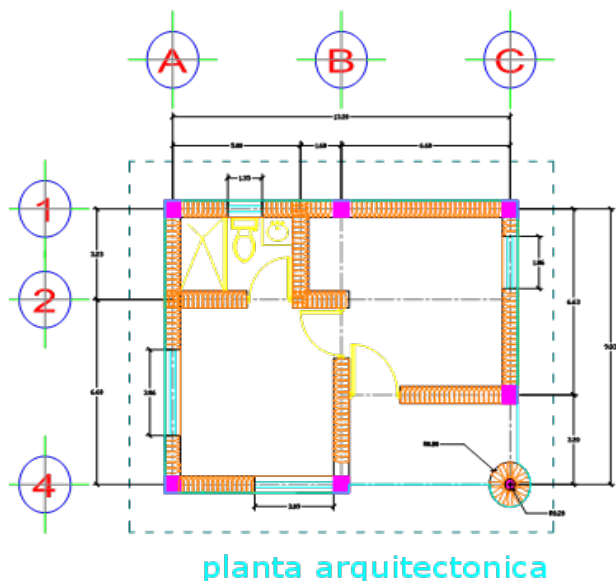
La cimentación de dicho prototipo fue hecha a base de losa de cimentación de concreto armado, así como los castillos y cadenas de cerramiento. Para los muros se utilizaron las botellas de PET de refresco de 600 ml, rellenas de arena, las cuales se fijaron con una mezcla de cal-arena para posteriormente confinarlas con una malla de gallinero. La cubierta es de madera con membrana impermeabilizante.

La planta arquitectónica está compuesta por una estancia-cocineta, una recámara y baño. Dicho prototipo consta de 36 m² desarrollados en una sola planta. Uno de los principales retos al momento de construir fue la poca estabilidad de los muros, ya que las botellas no se iban amarrando (fotografía 1), sólo se fueron asentando con la mezcla antes descrita, para hacerlo más sustentable, pero la poca adherencia que se tenía entre las botellas y el mortero provocaba desviaciones en los muros, las cuales terminaron al colar el cerramiento y confinar el muro; por lo que se optó de ir colando los castillos o elementos verticales de refuerzo, por partes.

El objetivo de este proyecto financiado por la UAT se cumplió, al utilizarse en los muros un material reciclado, el prototipo se continuó monitoreando y los resultados obtenidos a través del tiempo fueron: a) estabilidad y durabilidad de los muros, ante agentes atmosféricos severos; b) economía y mínima capacitación de los trabajadores de la industria de la construcción. Futuras líneas de investigación: probar con otros materiales sustentables la cubierta y la capacidad de carga de los muros.

IMAGEN 3

Planta arquitectónica. Pie de casa a base de botellas de PET



Fuente: propia.

FOTOGRAFÍA 1

Levantamiento de los muros de PET



Fuente: propia.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN TIERRA VERTIDA HORMIGÓN VERDE. ESTUDIO DE LOS MATERIALES, COMPONENTES, SU DOSIFICACIÓN, INTERACCIÓN Y PUESTA EN OBRA EN DOS CONTEXTOS. CONVENIO 10110/127/08

Dentro del marco del programa de cooperación bilateral Conacyt-Mincyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Ministerio de Ciencia y Tecnología e innovación) se gana el proyecto de “Tierra vertida hormigón verde”, de un sistema constructivo en tierra de muros monolíticos (véase definición en la introducción), el cual ha sido poco estudiado. Dicho proyecto se desarrolla en colaboración con la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Su objetivo general era: determinar las proporciones de los componentes de la tierra vertida u hormigón verde para obtener la resistencia adecuada para trabajarla en muros de carga; y sus objetivos particulares:

- Caracterización de los suelos a utilizar.
- Granulometría de los agregados gruesos.
- Porcentajes de estabilización de cemento y/o cal.

- Ensayos de resistencia a compresión y durabilidad.

Para el diseño de la mezcla se tomaron de referencia las *Normas técnicas complementarias de construcción para el DF* (2017) y lo correspondiente a la resistencia a la compresión para muros monolíticos.

En este punto es necesario hacer un paréntesis y hacer referencia a las normas de construcción con tierra, las cuales cada país tiene las propias y en México particularmente se tiene que trabajar más en este tema, ya que validan estos trabajos, destacándose la mayoría de las normas para los sistemas de mampostería y muros monolíticos. Esto forma una parte fundamental de los proyectos de investigación; al no haber normas de tierra nacionales que validen los prototipos, se validan por medio de la norma de tierra de la técnica empleada aunque sea de otro país, y la norma mexicana más similar según el sistema constructivo empleado, con el objetivo de hacer estas construcciones más seguras.

Resultados de este proyecto. Una vez determinada la mezcla idónea se hicieron las probetas, las cuales se probaron a compresión y con ella se hicieron muretes, los cuales se sometieron a un marco de carga para determinar si el muro cumplía con la norma para tierra y la norma complementaria para muros monolíticos, y se determinó según los parámetros de la norma, que sí cumplía.

PROTOTIPO VIVIENDA EXPERIMENTAL SUSTENTABLE

Para el año 2011 se ganó una propuesta de proyecto con Fondos Mixtos (Fomix) y el Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (Cotacyt); el proyecto se desarrolla en una planta, la cual consta de: estancia, cocina, baño completo, una recámara y preparación para una segunda habitación.

Total de m² construidos: 56 m².

El objetivo de este proyecto fue: realizar un prototipo de vivienda mínima sustentable, to-

mando como base dos investigaciones previas, en la cual se propone la vivienda con los muros de carga de tierra vertida y bambucreto como cubierta. Este sistema consiste en utilizar el bambú como soporte de una capa de compresión de concreto de entre 0.05 y 0.07 m. Los retos de este proyecto fueron de todo tipo, desde hacer el presupuesto y cronograma para un sistema constructivo en tierra no común, y donde no se tenían antecedentes en la región, hasta la utilización del material como el bambú, observar su comportamiento y capacitación de los obreros de la construcción.

Los resultados a través del tiempo de este prototipo experimental: se ha seguido monitoreando tanto estructural como térmicamente y el comportamiento de los muros en ambos casos ha sido el esperado, es decir, la transmitancia de calor de los muros hacia el interior ha sido hasta 5° C menor que en el exterior y los muros monolíticos de tierra vertida estabilizada al 6% con cemento se han comportado estructuralmente sin agrietamiento, soportando la carga de la losa. Como prototipo experimental, de igual manera se estuvo monitoreando la losa de bambucreto y se

detectaron fisuras por adherencia entre el bambú y el concreto, así como agrietamiento por temperatura; esto repercutió en la vida del bambú. Además, se observó que en claros de más de 4 m aparecen deflexiones en el material, lo que llevó a concluir que la vida de este sistema constructivo de cubierta no excede los cinco años.

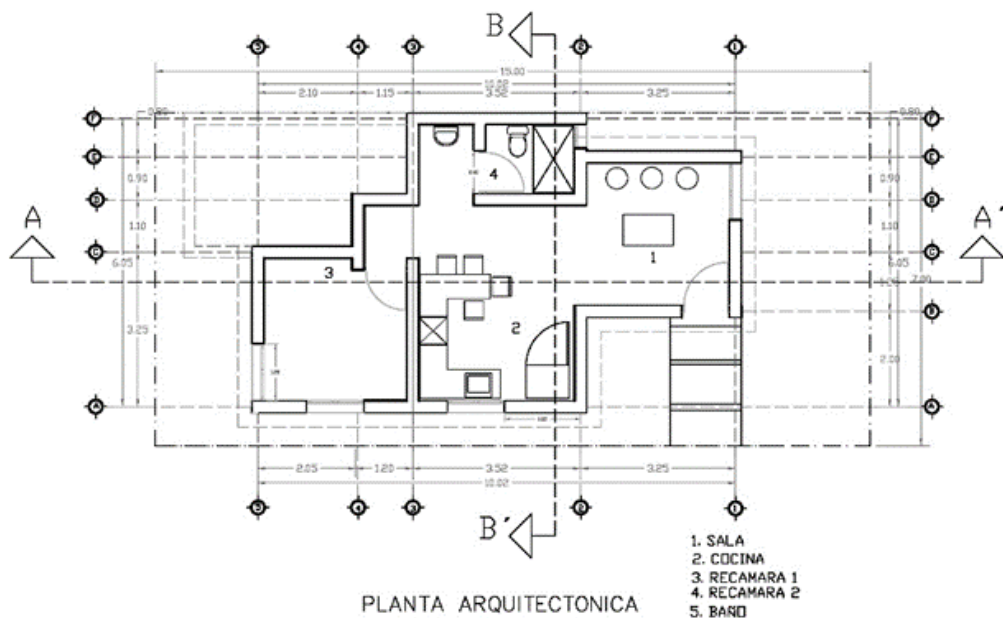
TALLERES IMPARTIDOS SOBRE TIERRA VERTIDA

Los talleres que a continuación se describirán, forman parte de ese liderazgo en investigación en una técnica constructiva poco estudiada, que se fue logrando a través de los años, aunado a la publicación de productos, artículos indexados, capítulos de libro, entre los cuales se pueden citar:

Diferencia fractal en superficies de tierra vertida con suelo de Tamaulipas. Modelo temporal de resistencia a la compresión para tierra vertida. Diseño monolítico para muros monolíticos para una vivienda sustentable. Modelo matemático para la descripción de la transferencia de calor en estado no estacionario para tierra vertida. Oscilación del perfil de temperatura para un modelo de tierra

IMAGEN 4

Planta arquitectónica del proyecto



Fuente: propia.

vertida. Monitoreo estructural y térmico de una vivienda sustentable con muros de tierra vertida. Diseño de zapata con tierra vertida (estos tres últimos publicados en inglés). Capítulos de libro: “Tierra vertida una descripción global” y “Uso de dispersantes naturales para tierra vertida”. Otros artículos publicados en inglés: “Efecto de la adición de mucílago de nopal y fibras a muestras de tierra vertida”, “Comportamiento de la capacidad calorífica y caracterización ultrasónica de la tierra vertida”, por mencionar algunos de esta temática.

Como parte de los productos comprometidos en el proyecto Vivienda experimental sustentable, mencionado anteriormente, se realizó un manual y CD describiendo la técnica de construcción del prototipo, el cual fue difundido en el primer taller que se registró en Argentina en 2014, donde se empieza haciendo un murete prototipo escala 1:1; posteriormente, para 2016 en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, se llevó a cabo el encuentro denominado: Tierra y Cal, donde se invitaron a connotados investigadores franceses de la construcción con tierra, entre quienes se pueden mencionar: Hugo Houben, Patrice Doat, Martin Pointet y Wilfredo Carazas. Ahí se expuso nuevamente el prototipo experimental sustentable, y se efectuó el taller de tierra vertida con un suelo diferente al que se venía trabajando en la región. Cabe mencionar que las arcillas o suelo arcilloso del centro del país son excelentes para trabajar esta técnica, aunado a que tienen otro suelo denominado Jal, cuyo principal contenido son las puzolanas, y éstas al momento de mezclarse con la cal adquieren una dureza o resistencia similar a la del concreto, por lo cual no es necesario agregar este último estabilizante. El taller fue todo un éxito.

Para 2017 se cristalizó la invitación para exponer el trabajo en Francia en uno de los principales centros de investigación de construcción con tierra: *Les Grands Ateliers en Villa Fontaine, Fr.* Dicho evento consistió en reunir la parte teórica y la parte práctica, donde los invitados participaron en los talleres matutinos, y ponencias en la parte vespertina.

La parte del taller se compuso de elaborar torres a escala de tierra vertida, tierra vertida ar-

mada, con acabados, pisos y diferentes cimbras, así como la selección de materiales y de estabilizantes y el uso de dispersantes.

En 2018 los organizadores del Siacot (Seminario Iberoamericano de Construcción con tierra), celebrado en Guatemala, escogieron el taller de tierra vertida, donde ya con más experiencia se reconfiguró y se hizo a menor escala, probando varias mezclas de suelos, para ver cuál daba mejor resultado. Esto resulta importante de mencionar en la trayectoria, porque es así como se fue conformando el liderazgo en este sector del conocimiento. En 2019, en el Siacot celebrado en Oaxaca, México, e implementando la misma metodología recibida en Francia y mejorada en Guatemala, se volvió a impartir este taller de tierra vertida, logrando posicionarse entre los participantes. Cabe mencionar que tanto los suelos de origen volcánico de Guatemala como las arcillas de Oaxaca se comportaron excelentemente bien.

TALLERES VIRTUALES

Como consecuencia de la pandemia, la academia se sumerge en la virtualidad, y los talleres no son la excepción, donde el reto específico no fue el manejo de las diferentes plataformas, sino que se generan talleres para todo tipo de público, donde la mayoría de las veces no tenían ningún conocimiento en construcción, mucho menos en tierra, y el problema de comunicación que se generó fue fundamental ya que no se comprendían ni los términos ni el lenguaje técnico utilizado. Los organizadores argumentaban que el derecho a la vivienda es universal y coincido, también es universal el construir de manera segura apoyándose o tomando la asesoría y liderazgo al momento de construir, ya que no se debe bajo ningún argumento realizar autoconstrucción sin asistencia técnica. Aunado a la multiculturalidad del taller, se tuvo también el reto de que había personas de ocho países diferentes, y aunque el idioma español es el mismo, la terminología técnica cambia. El principal reto fue que los participantes comprendieran que construir con tierra no es

algo que cualquiera puede hacer, pues aunque pareciera sencillo, hay que apegarse a normas y sistemas constructivos, además de estar asesorados técnicamente, ya que la responsabilidad se magnifica al construir en zonas sísmicas.

IMPACTO DE LOS TALLERES EN LA CONCIENCIA MEDIOAMBIENTAL Y ÁREAS DE OPORTUNIDAD

Desde antes de la pandemia por la covid-19 declarada a nivel mundial, varios expertos ya anunciaban junto con el tema de la sustentabilidad, el impacto ambiental que se estaba causando al planeta, producto de una actividad antropogénica desmedida y sin normatividad; a saber, como los fenómenos químico-tecnológicos, sanitario-ecológico y los socio-organizativos, todos ellos de carácter antropogénico y causados por: el desarrollo industrial y tecnológico, derrames químicos en mantos acuíferos naturales y de abastecimiento a poblaciones, contaminación de aire, suelo, etc., aumentando consecuentemente las emisiones de CO₂ al medio ambiente (Luco-telo y Garza, 2017).

A raíz de esto se empezaron a generar cursos en línea, talleres específicamente en el área de construcción con tierra, y hasta aquí se podría decir que todo marchaba bien: acceso universal al conocimiento, divulgación de la ciencia; sin embargo, en el caso específico de la construcción con tierra, se ha visto que estos talleres son impartidos por personas que buscan sólo su beneficio económico, o participación en proyectos de investigación, con una clara falta de conocimiento de la globalidad del conocimiento que implica. Esto es parte de las culturas constructivas locales y generalmente tratan de imponer un sistema constructivo tecnificado, cuando no va acorde con lo que por tradición se viene construyendo en las diferentes localidades. Impartir un taller internacional va más allá del beneficio económico que implica para el organizador, se debe de tener ética y responsabilidad, ya que no se debe hacer creer a las personas que lo toman, que sólo

por esto les será posible construir una vivienda dónde habitar, observándose claramente el posicionamiento en un nicho de oportunidad. Al respecto, se podría decir que en todas las áreas del conocimiento hay una clara invasión de estos personajes, que con una buena retórica venden un cúmulo de supuesto conocimiento, el cual se puede desmentir por cualquier experto; sin embargo, encuentran personas que por necesidad o por moda de actuar sustentablemente caen en estas supuestas redes de conocimiento.

FOTOGRAFÍA 2

Taller en Villa Fontaine, Fr. 2017;
Taller en Oaxaca, Oax. 2019, México



Fuente: propia.

IMPACTO DE LA EQUIDAD DE GÉNERO EN LAS INVESTIGACIONES

Para esta reflexión cabría la pregunta: ¿influye la perspectiva de género en estas investigaciones?

Según cifras arrojadas por el Registro de Investigadores del SNI 2021, el total de investigadores es de 35,178 de quienes sólo 13,462 son mujeres, lo que representa el 38.62% del total. Este porcentaje se reduce significativamente en áreas que generalmente se han considerado del género masculino, como lo es la industria de la construcción y la investigación sobre nuevos materiales (Padrón SNI 2021).

En la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), según el Anexo estadístico 2021 se contaba con 308 investigadores dentro del SNI, de quienes 138 son mujeres, eso representa el 44.8%, cifra bastante significativa; sin embargo, al analizar por área, el área V, actualmente la correspondiente a Ingeniería y Arquitectura, sólo el 3.24% corresponde a las mujeres, y nadie en el nivel 2.

Por otro lado, Castro (2019) menciona que los factores que influyen como barreras para tener liderazgo y ascender en la industria de la construcción del género femenino varían, y van desde la apariencia, timbre de voz, maternidad, pero no se hace alusión a la capacidad intelectual. Se menciona incluso que la mayoría se dedica a las ventas y no a puestos clave, por lo que es necesario eliminar los estereotipos. Roman-Osalo, Ríos *et al.* (2013) en el estudio realizado en Sevilla ponen de manifiesto que las barreras que impiden el desarrollo profesional en el sector de la construcción obedecen más a aspectos de discriminación y no tanto a estereotipos formados como: escasa disposición a supervisar el trabajo ajeno, menor fuerza física o menor disposición a viajar o trasladarse. Los principales factores discriminatorios que cita son: falta de experiencia, edad y obviamente género. Otro factor que es importante y que se puede mencionar que no sólo es de la industria de la construcción, es el hecho de que la crianza de los hijos se le atribuye exclusivamente a la mujer, por lo que es un factor que no le permite ocupar puestos donde el lugar

de trabajo está lejano, o es inseguro, ya que debe regresar temprano a atenderlos (Amaturanga, Haigh *et al.*, 2006).

REFLEXIONES FINALES

La industria de la construcción ha sido dominada a través de los años por el género masculino, tanto como fuerza de trabajo, como en el aspecto de supervisión y construcción. En cuanto a investigación, debería existir mayor colaboración y transferencia de conocimiento, dando mayor importancia a la calidad de las investigaciones, cambiando paradigmas, no tan sólo de género sino en cuanto a nuevos sistemas constructivos y materiales y su implementación. Es necesario planear y teorizar y aquí es donde el género femenino tiene sus fortalezas y está más receptivo para trabajar en estas áreas de oportunidad, para ello es necesario cambiar las creencias sociales de años y vencer el pensamiento limitante de que la industria de la construcción e investigación en materiales es exclusiva para el género masculino. El género no define la capacidad.

Para avanzar en estos aspectos se debe educar con base en los valores, para que las futuras generaciones vean una verdadera equidad en todos los ámbitos, respetando las diferencias, evitando estereotipos de género, fomentando culturas inclusivas, celebrando públicamente logros e impulsando trabajos igualitarios.

Para finalizar, gracias a la estrategia de transversalidad de género se ha logrado un avance eficaz en la consecución de políticas igualitarias entre hombres y mujeres en el aspecto laboral, especialmente en las empresas constructoras y no sólo en el trabajo de gabinete, sino directamente en obra. Es indispensable corregir procedimientos y métodos de trabajo impulsados a fortalecer a un solo género y crear tendencias de cambio social igualitarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaratunga, D., Haigh, R., et al. (2006). *Construction Women Leaders Final Research Report*. Recuperado el 15/05/2022 de <http://hub.salford.ac.uk/uprise-centre-for-disaster-resilience/wp-content/uploads/sites/163/2020/06/Constructing-Women-Leaders-final-report.pdf>
- Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT). (2012). *NBR 13553: Materiales para empleo en paredes monolíticas de suelo-cemento sin función estructural*. Río de Janeiro, Brasil: ABNT. Recuperado el 27/09/2022 de <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/10024/abnt-nbr13553-materiais-para-emprego-em-parede-monolitica-de-solo-cimento-sem-funcao-estrutural-requisitos>
- Castro Pinzón, L. (2019). *Factores que afectan el liderazgo de las mujeres en el sector de la construcción*. España. Recuperado el 18/05/2022 de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/40486>
- Chávez, T., Escamilla, N., et al. (2012). *Premio Nacional de Vivienda 2012. Conavi* (pp. 40-45, 92-99). México.
- Conacyt. (2021). *Padrón Beneficiarios del SIN*. Recuperado el 5/04/2021, de <https://conacyt.mx/sistema-nacional-de-investigadores/padron-de-beneficiarios/>
- Dompe, J. (2021). *Mujeres en la construcción*. Recuperado el 01/07/2022, de <https://www.jll.com.mx/es/views/mujeres-en-la-construccion>
- Houben, H., y Guillaud, H. (1994). *Earth Construction, a comprehensive guide* (pp. 164-184). Reino Unido: ITDG Publishing.
- Lucotelo, S., y Garza, S. (2017). *Cambio climático y desastres: Un enfoque en políticas públicas*. México: UNAM. Recuperado el 30/09/2022 <https://www.pincc.unam.mx/wp-content/uploads/2021/05/2017-desastres.pdf>
- Normas Mexicanas del ONNCCE. (2016). *Norma para BTC 508-2015*. Recuperado el 27/09/2022 de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5432969&fecha=13/04/2016#gsc.tab=0
- Norma Técnica Colombiana. (2004). *Bloques de suelo cemento para muros y divisiones*. (NTC 5324). Recuperado el 02/06/2022 de <https://tienda.icontec.org/gp-bloques-de-suelo-cemento-para-muros-y-divisiones-definiciones-especificaciones-metodos-de-ensayo-condiciones-de-entrega-ntc5324-2004.html>
- Normas Técnicas complementarias de construcción para el DF. (2017). *Diario Oficial de la Federación (DOF)*. Recuperado el 21/09/22, de <http://www3.contraloriadf.gob.mx/prontuario/resources/normatividad/69247.pdf>
- Rocha, M., y Jové, F. (2015). *Técnicas de construcción con tierra* (pp. 39 y 83). Lisboa: Argumentum.
- Román-Osalo Ríos, P., et al. (2013). *Barreras de género en el desarrollo profesional de mujeres en técnicas de la construcción*. Recuperado el 01/07/2022, de <https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci-arttext&pid=So718-915X2013000100009>
- Secretaría de Economía. (2022). *Catálogo de normas mexicanas*. Recuperado el 22/09/22, de <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/normalizacion/catalogo-mexicano-de-normas>
- UAT. (2021). *Anexo estadístico*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Vera, S. (2019). *La contaminación atmosférica por las actividades de la industria de la construcción en Colombia*. Recuperado el 15/05/2022, de https://www.researchgate.net/profile/Javier-Vera-Solano/publication/336749294_Air_pollution_from_construction_industry_activities_in_Colombia/links/5dbob5fc299bf11d4c022e9/Air-pollution-from-construction-industry-activities-in-Colombia.pdf