



# EXPLORANDO DISTINTOS MATERIALES SOSTENIBLES Y LOS PEM EN LAS CASAS PEQUEÑAS (TINY HOUSES)

**Juan Pablo Novoa**

Estudiante del programa de Arquitectura  
Universidad San Buenaventura-Cali



El conocimiento  
es de todos

Minciencias



Enlazando el futuro de los jóvenes Vallecaucanos

## DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

Grupo de Investigación Architectural engineering  
Tutoría a cargo del Dr. Jung  
*Universidad de Purdue*

## DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

Grupo de Investigación Ecosistema y hábitat  
Tutoría a cargo del Dr. Olga Montoya  
*Universidad de San Buenaventura Cali (Colombia)*

**Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación**  
**Gobernación del Valle del Cauca**  
**Instituto Financiero para el Desarrollo del Valle del Cauca INFIVALLE**  
**Universidad Santiago de Cali**

Pasantía Internacional "Nexo Global Valle del Cauca"  
Santiago de Cali, Colombia  
1 de junio de 2022

## COMITÉ EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

Carlos Andrés Pérez Galindo  
*Rector*  
Claudia Liliana Zúñiga Cañón  
*Directora General de Investigaciones*  
Edward Javier Ordóñez  
*Editor*

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Juan Diego Tovar Cardenas  
[librosusc@usc.edu.co](mailto:librosusc@usc.edu.co)



El conocimiento es de todos

Minciencias

# EXPLORANDO DISTINTOS MATERIALES SOSTENIBLES Y LOS PEM EN LAS CASAS PEQUEÑAS (TINY HOUSES)

*Exploring different sustainable materials and PEMs in tiny houses (Tiny houses)*

**Juan Pablo Novoa**

Estudiante del programa de Arquitectura

Universidad San Buenaventura-Cali

 [jnovoabenavides@gmail.com](mailto:jnovoabenavides@gmail.com)

**Resumen.** El proyecto de investigación que combina el estudio de las viviendas eco-sostenibles en el Valle del Cauca fue realizado durante una estancia internacional en el periodo 2021-2022 por un estudiante colombiano de pregrado en arquitectura bajo el marco de inversión en el desarrollo de ciencia y tecnología en el departamento del Valle del Cauca. En este artículo, primeramente describe la problemática de consumo energético y huella ecológica derivada de las actividades de la industria de construcción inmobiliaria y las ya acentuadas tipos de viviendas convencionales. En segundo lugar, se da a conocer las iniciativas de investigación por parte del programa de arquitectura de una de las entidades de educación superior en el departamento. Seguido a esto, se presenta el convenio internacional realizado en el cual se desarrollaron avances en el proyecto de investigación planteado, sus objetivos y logros. Finalmente, se expone la experiencia personal del estudiante que realizó la pasantía de investigación.

**Palabras Claves:** Pasantía internacional, consumo energético, MEP, Tiny Houses.

**Abstract.** A research project that combines the study of eco-sustainability housing in Valle del Cauca was conducted during an international internship in at the end of 2021 and the beginning of 2022 by an architect undergraduate Colombian student. This intership was made due to a government investment project which has as an aim the favorization of the development in science and technology in the Valle del Cauca region. This article, firstly, describes the crisis associated with energy consumption and ecological footprint derived from the construction industry activities and the conventional housing models. Secondly, this article approaches the architecture program research initiatives in an international higher education institution. Then, the progress, the objectives, and the achievements made in the research project is presented. Finally, the personal experience of the student who carried out this research internship project is evidenced.

**Key Words:** International internship, energy consumption, MEP, Tiny Houses.

## INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento de la crisis energética y al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero que incrementan la huella ambiental y al aceleramiento del cambio climático; la optimización energética y su evolución tecnológica en la industria inmobiliaria es inminente. Teniendo en cuenta los datos de consumo energético registrados en las viviendas Colombianas el “25% de la energía anual de la Nación esta dirigida al mantenimiento de

un edificio, en donde una vivienda unifamiliar consume 266 kilovatios por mes y 3.192 al año aproximadamente”, según Casas y Matíz esta cantidad de kilovatios equivale a mantener durante 21 horas seguidas el sistema eléctrico de Camp Nou (quinto estadio más grande del mundo) (Rodríguez Casas & Matíz Vega, 2018). Así mismo, dentro de otras estadísticas encontramos que “el sector residencial contribuye al 16.72% de energía final consumida en

Colombia. De esto, en las áreas urbanas se utiliza la electricidad y el gas natural como sus fuentes más utilizadas respectivamente, con 55% y 35%. En la distribución de los consumos de energía eléctrica en Colombia, la refrigeración es el consumo mayoritario con el 39%." (Velez Angel, 2020). Además, las estadísticas de contribución de emisiones de CO<sub>2</sub> por vivienda en Colombia son de alrededor de "0,46% de las emisiones de gases efecto invernadero a nivel mundial, debido a esto Colombia se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 % con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030" (Rodríguez Casas & Matíz Vega, 2018). Desde la academia Colombiana, este compromiso con el medio ambiente ha sido abordado para avanzar no solo en la mitigación de su huella ecológica sino también en la disminución del uso de las reservas mundiales de recursos finitos, generando un enfoque en la generación de energías limpias basados en sistemas existentes mundialmente como las opciones del futuro próximo.

Desde el estudio arquitectónico de las viviendas unifamiliares en Colombia, se ha planteado la investigación de infraestructuras que aprovechen las fuentes de energía renovables no convencionales que nos ofrecen seguridad energética como lo son los recursos de la naturaleza, como el viento, los rayos del sol, la fuerza de los volcanes y la intensidad de las olas, son los que aportan la solución. Es por esto que basados en los casos de éxito e investigaciones a nivel de diseño arquitectónico mundial las Tiny House emergieron como una alternativa eco-amigable y práctica para personas que tienen estilos de vida no sedentario y minimalista (Shearer & Burton, 2019), (Brown, 2016).

Por lo anterior, el proyecto de investigación se centro en un tipo de vivienda, las tiny houses, que son casas móviles que sólo utilizan materiales que pueden reducir el uso energético de la casa, además de utilizar sólo recursos naturales para minimizar el consumo y el impacto en la huella de carbono. Las Tiny House son caracterizadas por tener un espacio de alrededor de 37 m<sup>2</sup> construido usualmente en una base móvil de un remolque con un peso de aproximadamente 3.5 toneladas según las regulaciones legales de Estados Unidos, generalmente consisten en un espacio que acopla el espacio destinado a la cocina y la sala de estar para maximizar el espacio (Kilman, 2016). Este tipo de infraestructuras más allá de buscar un aprovechamiento del espacio, tiene objetivos sostenibles con el medio ambiente mediante la implementación de tecnologías de minimización de los recursos finitos y estímulo de los sistemas Mecánico, Eléctrico y Plomería (MEP) lo cual cumple con los objetivos globales de desarrollo (Ford & Gomez-Lanier, 2017).

Considerando la problemática mundial de cambio climático debido a nuestra huella de carbono y uso innadecuado de los recursos finitos, desde el grupo de investigación Ecosistema y Hábitat del programa de arquitectura de la Universidad San Buenaventura Cali se han llevado a cabo proyectos de investigación que buscan brindar soluciones sostenibles medio ambientales en el diseño y construcción de las residencias en el Valle del Cauca contemplando como futuro modelo de vivienda las ya mencionadas Tiny House. Desde la línea de investigación energética, los profesores y estudiantes de este programa se han enfocado en el análisis de los sistemas MEP convencionales para el diseño y construcción de estas viviendas.

Dados los baches en la investigación del desarrollo de estructuras que tienen como finalidad la disminución de recursos energéticos, hídricos y mecánicos de enfriamiento; se planteó un proyecto de investigación en convenio con el programa de Ingeniería Civil en la Universidad de Purdue en Indiana, Estados Unidos; en el cual se abordó el siguiente objetivo a desarrollar: contribución en los modelos de estandarización de las guías de construcción de las viviendas Tiny Houses. Este macroproyecto, requiere múltiples abordajes dentro de los cuales se encuentra la exploración de materiales a implementar al igual que los sistemas MEP requeridos en la optimización de la infraestructura.

Para llevar a cabo dicha exploración, el laboratorio Arche Lab liderado por el profesor Dr. Jung del programa de Ingeniería Civil en Purdue, desarrolló una metodología de medición de los sistemas mecánico, eléctrico e hidráulico de una Tiny House mediante la implementación de sensores inalámbricos de monitoreo de las condiciones que variaban según el consumo interno y externo del prototipo; dicha metodología fue puesta en práctica en respuesta a la necesidad de conocer cómo la variación de materiales utilizados y la organización de los sistemas pueden fluctuar la eficiencia del prototipo en términos de sostenibilidad.

## REFLEXIÓN

Considerando las exigencias a nivel teórico y práctico que conlleva la investigación con tecnologías de alta calidad en la medición de sistemas MEP, un estudiante de arquitectura Colombiano requiere no solo de la capacitación en el uso de estos sino también conocer las diversas e incontables oportunidades de mejora y desarrollo que se pueden alcanzar gracias al conocimiento y experiencia generados al involucrarse en investigaciones de tal nivel. Es por esto que, gracias a la existencia de programas de inversión que buscan incentivar la práctica investigativa en estudiantes de pregrado en Colombia, el desarrollo de dichas ha-



bilidades y cualidades en profesionales de arquitectura en este caso en particular, ha sido posible.

En esta ocasión el proyecto protagonista de estos avances en materia de formación de capital humano en investigación fue Nexo Global Valle. Este proyecto nació desde el ente gestor de regalías en la región del Valle del Cauca como respuesta a la necesidad de desarrollo en ciencia y tecnología en la producción de soluciones a problemáticas a nivel de región y de país. Dicho proyecto se basó en la financiación de veinte jóvenes Vallecaucanos que plantearon sus proyectos de investigación.

De esta forma, el convenio con la Universidad de Purdue y sus proyectos de búsqueda en la sostenibilidad ambiental. Posibilitó el trabajo con modelos de vivienda alternativos. Dentro del desarrollo de estos proyectos se planteó como objetivo principal la apropiación de conocimiento de tecnologías vanguardistas al igual que la apertura de la visión del campo de acción de un profesional de arquitectura. Como estudiante de arquitectura de último semestre, hacer parte de un grupo de investigación que lleva aproximadamente dos años en el estudio de Tiny Houses, me ayudó a consolidar mi motivación del estudio de estrategias de diseño y construcción de inmuebles no convencionales que bajo una construcción estandarizada puede servir como método de mitigación de los daños ambientales ocasionados por viviendas tradicionales.

Para hacer parte activa de dicho estudio metodológico de medición de los sistemas MEP en el prototipo de Tiny House construido en el año 2020 en la Universidad de Purdue, me fue necesario asistir a cursos teóricos en la institución de educación superior; como lo fueron Architectural engineering y Energy science. Estas clases sirvieron como pilar en el entendimiento de los fundamentos teóricos del funcionamiento de los sensores usados en los ensayos de medición realizados.

Los ensayos de medición consistieron en la ejecución de un sistema de sensores inalámbricos capaces de leer datos de forma pasiva, relacionados con el flujo tanto eléctrico como hidráulico al igual que los cambios de temperaturas que requieren fluctuaciones el sistema de aire dentro de la Tiny House. La disposición y el tipo de sensores Powerwise, marca estadounidense, haciendo uso de sensores de temperatura, un monitor eléctrico y una caja de recolección de datos, rondando un valor de \$3000 USD, respondió a la necesidad de medición. En el caso de flujo de aire o sistema mecánico, se utilizaron sensores de temperatura y humedad ubicados tanto en el interior como en el exterior de la estructura. De igual manera, en el caso del sistema hidráulico o

hidrónico, un caudalímetro el cual tenía como objetivo proveer datos de consumo de agua en metros cúbicos de la Tiny House, fue situado en la entrada de agua principal la cual estaba conectada con la red principal de agua de la Universidad Purdue. Finalmente, se emplearon sensores de flujo eléctrico conocidos como Clip-on sensores de corriente en cada interruptor de la caja de distribución (Caja de breakers) de la casa, estos facilitaron la obtención de una imagen global del uso de la energía en el interior de la pequeña casa. De esta manera, se llevó a cabo la recolección de datos diarios estos estaban relacionados al consumo promedio diario en el interior de la casa. Dicho procedimiento de medición y recolección de datos se realizó por 30 días continuos. Una vez los datos fueron tratados con herramientas tecnológicas tales como el software PowerWise el cual dispone de opciones para la recolección e interpretación de datos. También se puede acceder a las lecturas en tiempo real de los sensores, lo que permitió obtener resultados inmediatos en las pruebas. Es así como se logró observar que a medida que se le exige estos sistemas el consumo es mayor. Sin embargo, el factor de la temperatura es indispensable tanto para el uso mecánico del sistema de aire acondicionado como para el uso de electrodomésticos y circuitos dentro de la Tiny House debido a que el factor exterior de la temperatura independientemente de las condiciones climáticas o estaciones, estos exigen el uso de diferentes equipos al interior de la vivienda. Por lo tanto, la forma de habitar y usar este espacio cambia.

Posterior a las mediciones realizadas, el análisis de los datos arrojó tendencias de comportamiento en los sistemas que sirven en el establecimiento de parámetros para las guías de diseño y construcción de los futuros modelos de Tiny House.

## CONCLUSIÓN

La pasantía llevada a cabo en West Lafayette Indiana, fue una experiencia única y enriquecedora. Cada día fue un aprendizaje nuevo. Para mi el haber llegado un departamento diferente a la arquitectura, como lo es el de ingeniería civil, fue un reto muy grande, al encontrarme con temas y formas de abordarlos muy desafiantes, al siempre tener esta especie de brecha entre los temas civiles de las construcciones y el diseño. La vida por fuera de la universidad también fue un aire completamente nuevo, al encontrarnos en un nuevo entorno, donde funcionábamos con completa autonomía, y estábamos rodeados de una cultura completamente nueva para nosotros, no solo recalando en la cultura americana, sino la multidiversidad de estas que se puede encontrar en esta universidad.

A partir de esto, las expectativas personales a nivel profesional y académico aumentan y se abren nuevas ventanas que antes no se tenían presentes, además de las oportunidades nuevas que se crean a partir de nuestro trabajo, ya sea por nuestros tutores en la universidad de Purdue o alguien que conozcamos en estos espacios. En estos espacios conocemos gente de maestrías, doctorados, asistentes de profesores, estudiantes aun no graduados. En mi caso me tocó trabajar con un estudiante de último año, Reno Sarussi, el cual fue el que estuvo en acompañamiento continuo durante estos 6 meses en nuestra investigación en la Tiny House.

Encaminando toda esta experiencia como forjadora de mi futuro, hacia muchas aspiraciones en el mundo de la investigación y apasionandome muchísimo más por la arquitectura, y su hermano no tan lejano, la ingeniería civil.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brown, E. (2016). Overcoming the Barriers to Micro-Housing: Tiny Houses, Big Potential. [www.opportunityvillageeugene.org](http://www.opportunityvillageeugene.org);
- Ford, J., & Gomez-Lanier, L. (2017). Are Tiny Homes Here to Stay? A Review of Literature on the Tiny House Movement. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 45(4), 394-405. <https://doi.org/10.1111/fcsr.12205>
- Kilman, C. (2016). Small House, Big Impact: The Effect of Tiny Houses on Community and Environment. *Undergraduate Journal of Humanistic Studies* • Winter, 2. <http://tinyhousecommunity.com/faq.htm>.
- Rodriguez Casas, D., & Matíz Vega, L. L. (2018). Prototipo de Vivienda Social Bioclimática y Sostenibles en el Municipio de Quibdó. Universidad la Gran Colombia.
- Shearer, H., & Burton, P. (2019). Towards a Typology of Tiny Houses. *Housing, Theory and Society*, 36(3), 298-318. <https://doi.org/10.1080/14036096.2018.1487879>
- Velez Angel, N. (2020). Evaluación de los Parámetros Energéticos de Vivienda Económica y Social en Colombia [Thesis]. Universitat Politècnica de Catalunya.

### Cita recomendada

Pablo Novoa, J. (2022). Explorando distintos materiales sostenibles y los PEM en las casas pequeñas (Tiny houses). *Nexo Global. Artículos de reflexión*, pp. 1-6.