

**DESARROLLO TECNOLÓGICO DE MATERIALES INNOVADORES PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES SOSTENIBLES**



AUTOR

MARLON DAVID SAAVEDRA BUITRAGO

Ensayo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERÍA CIVIL

TUTOR

MARTHA LISSETTE SÁNCHEZ CRUZ

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ, AGOSTO 2022

Desarrollo tecnológico de materiales innovadores para la construcción de edificaciones sostenibles.

Introducción

Las obras civiles a lo largo de la historia se han caracterizado por su alto impacto al medio ambiente en las diferentes etapas de un proyecto, partiendo de las fases de prefactibilidad hasta la disposición final de los materiales, es por eso que, una de las principales afectaciones negativas del campo de la construcción al entorno es la emanación de CO₂. Las emisiones de gas carbono a la atmósfera representan una gran variedad de desventajas, entre estas se encuentran los aumentos en las lluvias ácidas y otro tipo de afectaciones que amenazan directamente la salud de los seres vivos (Kou et al., 2022), siendo también una de las más importantes razones por las que ocurre el calentamiento global, el cual ha dejado catástrofes de gran magnitud en las últimas décadas.

A partir de esto, por medio de avances tecnológicos en la rama de la construcción en ingeniería civil se busca dar un importante aporte para mejorar las condiciones medio ambientales del planeta. La reducción de los consumos de energía y optar por la implementación de las energías renovables ha traído grandes beneficios en cuanto a la eficiencia energética en las obras civiles nuevas o ya existentes (Soliman et al., 2022a). En esto radica la importancia del uso de las energías renovables, las cuales tienen muy buena empatía con el medio ambiente; además de esto se deja claro que en los nuevos proyectos con edificaciones o en los ya existentes se pueden involucrar este tipo de energías limpias, y uno de los caminos más eficientes es la implementación de materiales innovadores en la construcción.

Recientemente, han surgido nuevas políticas ambientales y energéticas que buscan un progreso económico para las naciones pero que a su vez no afectan la vida natural de los ecosistemas, por esta razón, entidades no involucradas en el tema se han visto obligadas a actuar

en pro de su cumplimiento (Yılmaz & Bakış, 2015). En la actualidad se han dado a conocer algunas personas u organizaciones gubernamentales que pretenden salvaguardar la integridad del medio ambiente y es por eso que plantean varias normativas de obligatorio cumplimiento.

De acuerdo con (Soliman et al., 2022b). *“El papel de los materiales de construcción en el logro de la sostenibilidad de la infraestructura civil se extiende más allá de satisfacer los criterios de desempeño para dar forma a todo su ciclo de vida”*. La selección de materiales innovadores tiene algunas etapas importantes para tener en cuenta, como lo es la composición de cada uno de estos, sus procesos de producción, la disposición final que se le da a cada material, entre otras.

Aplicación de concreto de baja huella de carbono

El concreto es uno de los materiales más utilizados dentro de la ingeniería civil debido a su gran variedad de aplicaciones y características destacables frente a otros elementos de construcción, una de estas es la alta resistencia a la compresión que tiene dicho compuesto que está formado por cemento Portland, agua, variedad de agregados pétreos y aditivos en caso de ser necesarios.

En los últimos años se ha dado un desarrollo bastante acelerado en la infraestructura, lo cual ha desencadenado una alta demanda de concreto convirtiéndose en el segundo recurso más requerido después del agua en las obras civiles; por consiguiente, la producción de cemento también se ha visto alterada teniendo esta un alto índice de contaminación a la atmósfera y además distinguiéndose por su necesidad de consumir gran variedad de recursos en su fabricación (Ranjetha et al., 2022a).

Debido a la problemática mencionada anteriormente, se introduce el concepto del concreto geopolímero el cual tiene como principal función la reducción en la emisión de CO₂ a la atmósfera,

la cual es de aproximadamente un 80% durante los procesos de fabricación y construcción además, optimiza el uso de recursos naturales y se orienta más a trabajar con materiales reciclados; asimismo es un material que tiene mejores propiedades al compararlo con el concreto convencional como lo es una mayor resistencia a la compresión, más durabilidad; es más resistente al fuego y a la corrosión y su etapa de curado es más rápida (Ranjetha et al., 2022b).

Los materiales de los cuales surge el hormigón geopolímero son principalmente residuos agrícolas de la industria del aceite de palma como lo son la cáscara de palma aceitera debido a las características de impacto que esta brinda y también evita el agrietamiento interno; a su vez se encuentra el Clinker de aceite de palma el cual aumenta la resistencia a la compresión del concreto, otro residuo para resaltar es la ceniza de combustible de aceite de palma, la cual disminuye la contracción por secado del concreto (Ranjetha et al., 2022c); entre otros desechos naturales que con un buen tratamiento logran contribuir con la elaboración de un producto final más sostenible por su baja contaminación al medio ambiente.

Bambú como material de construcción

El bambú es una especie de planta que se caracteriza por su rápido crecimiento principalmente en zonas tropicales y que es utilizado como material de construcción desde la antigüedad (Mohan et al., 2022), siendo este un material natural, se caracteriza por no afectar de manera negativa al medio ambiente a pesar de estar vinculado con procesos constructivos en las obras civiles.

Debido a las propiedades ingenieriles que tiene el bambú, se ha optado en muchas partes del mundo por su implementación en proyectos de ingeniería civil; además de esto, como se

mencionó anteriormente, este cumple con varias características de un material sostenible debido a que, reduce la contaminación, conservación de recursos y grandes ahorros energéticos.

En la literatura técnica el bambú es conocido como el “acero vegetal” ya que, puede cumplir funciones similares a la de este material en algunas obras de ingeniería (ver Figura 1), aunque un plus adicional es que es más ligero, lo cual es un factor muy importante en las diferentes etapas de un diseño sismo resistente (Goh et al., 2020).

Figura 1

Templo de yoga Luum



Nota: Templo elaborado en bambú para hacer yoga y meditar. Tomado de: <https://www.elledecor.com/es/arquitectura/a28192663/tulum-templo-bambu-yoga-meditacion-co-lab-design-luum-zama/>

Pacas de paja

Es importante dar una orientación acerca de las características principales de las pacas de paja (ver Figura 2), ya que estas se destacan por su eficiente aislamiento térmico y acústico, razón por la cual esta teniendo un auge en los edificios europeos. El proceso de elaboración de estas pacas es muy versátil debido a que se compone de paja prensada y aire, en donde la densidad de

este material va a tener variaciones de acuerdo con la compresión aplicada a la prensa y esto es un aspecto de gran interés ya que puede influir en las necesidades constructivas (Cornaro et al., 2020).

Los materiales naturales son muy apetecidos en construcciones sostenibles debido a que estos contienen menor cantidad de energía incorporada que los materiales procesados. Un proyecto innovador para las obras civiles es la implementación de los muros naturales de paja los cuales son una variedad de láminas con capas de pacas de paja y yesos innovadores. Por medio de un estudio de caso realizado en Italia, se identificó el potencial de ahorro energético sin importar el clima bajo el cual se someta dicho compuesto. Además, la energía incorporada tiene una reducción en la energía incorporada de aproximadamente la mitad respecto a los muros convencionales y las emisiones de CO₂ también se ven disminuidas en más del 40% (Cornaro et al., 2020).

Figura 2

Pacas de paja



Nota: Ilustración de pacas de paja. Tomado de: <https://sp.depositphotos.com/stock-photos/pacas-de-paja.html>

Colombia sostenible

Se han establecido variedad de metas en el campo de la construcción en Colombia, orientadas principalmente a la eficiencia energética en las edificaciones. Estas estrategias de mejoramiento y control surgen a partir de los registros suministrados por parte de La Unidad de

Planeación Minero-Energética, en los cuales se observa que el sector constructivo en la ingeniería civil abarca el 23% del consumo de energía en el país (Arias-Gaviria et al., 2021).

Algunas de las alternativas más eficientes para las reducciones de la contaminación ambiental en el país son las certificaciones de sostenibilidad, en donde las más utilizadas nacionalmente son LEED, EDGE y Casa Colombia. Uno de los intereses más relevantes para certificar una edificación como sostenible, es el uso de materiales innovadores que tengan bajo consumo energético (Castro-Lacouture et al., 2009).

Una limitante en el país para las reducciones de gases de efecto invernadero por parte del campo de la construcción es que la mayoría de estas certificaciones son para edificaciones nuevas y no existen las suficientes políticas de control para edificaciones antiguas, y es por esto por lo que no se logra alcanzar un potencial ahorro energético en las principales ciudades del país que son Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla. A pesar de estas ser las principales ciudades de Colombia, únicamente la capital es la que cumple con al menos el 70% de los parámetros nacionales establecidos para construcción de edificaciones nuevas (Arias-Gaviria et al., 2021), es decir, que la cobertura en sostenibilidad, al evaluarse de manera general para el país es bastante deficiente y se debe trabajar arduamente en lograr los objetivos propuestos por el gobierno nacional de aumentar el ahorro de energía por edificio del 10% al 40% dependiendo del tipo de edificación y del clima.

Para concluir, se hace referencia a las intenciones positivas que tiene la ingeniería civil para mejorar sus procesos constructivos y que estos no generen impactos negativos en el medio ambiente, modernizando las tecnologías de ejecución de las obras civiles evaluando los factores más vulnerables que están involucrados en cada proyecto, para de esta manera abordarlos de manera eficiente.

Una de las principales alternativas para el progreso en el cuidado del medio ambiente es la introducción de los materiales innovadores en la construcción, ya que estos han demostrado sus grandes beneficios energéticos, reducciones de CO₂ a la atmósfera, entre otros; este tipo de materiales han tenido un excelente impacto en la actualidad debido a su variedad de aplicaciones en la ingeniería civil, aportando propiedades específicas a las conocidas edificaciones sostenibles, las cuales no generan una significativa huella de carbono en el entorno.

Referencias bibliográficas

- Arias-Gaviria, J., Valencia, V., Olaya, Y., & Arango-Aramburo, S. (2021). Simulating the effect of sustainable buildings and energy efficiency standards on electricity consumption in four cities in Colombia: A system dynamics approach. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128041. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.128041>
- Castro-Lacouture, D., Sefair, J. A., Flórez, L., & Medaglia, A. L. (2009). Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia. *Building and Environment*, 44(6), 1162–1170. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2008.08.009>
- Cornaro, C., Zanella, V., Robazza, P., Belloni, E., & Buratti, C. (2020). An innovative straw bale wall package for sustainable buildings: experimental characterization, energy and environmental performance assessment. *Energy and Buildings*, 208, 109636. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2019.109636>
- Goh, Y., Yap, S. P., & Tong, T. Y. (2020). Bamboo: The Emerging Renewable Material for Sustainable Construction. *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*, 365–376. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.10748-9>
- Kou, G., Yüksel, S., & Dinçer, H. (2022). Inventive problem-solving map of innovative carbon emission strategies for solar energy-based transportation investment projects. *Applied Energy*, 311, 118680. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2022.118680>
- Mohan, N., Dash, S. P., Mary Bobby, N., & Shetty, D. (2022). Study of bamboo as a building material – Construction & preservation techniques and its sustainability. *Materials Today: Proceedings*, 60, 100–114. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.12.263>
- Ranjetha, K., Alengaram, U. J., Alnahhal, A. M., Karthick, S., Zurina, W. J. W., & Rao, K. J. (2022). Towards sustainable construction through the application of low carbon footprint products. *Materials Today: Proceedings*, 52, 873–881. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.10.275>
- Soliman, A., Hafeez, G., Erkmen, E., Ganesan, R., Ouf, M., Hammad, A., Eicker, U., & Moselhi, O. (2022a). Innovative construction material technologies for sustainable and resilient civil infrastructure. *Materials Today: Proceedings*, 60, 365–372. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.01.248>
- Yilmaz, M., & Bakış, A. (2015). Sustainability in Construction Sector. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 2253–2262. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.06.312>