



Reducción de emisiones de carbono con madera certificada en sistemas constructivos

Reduction of carbon emissions with certified timber in construction systems

Autores:


Edwin Domingo Pastor Taranto Gonzalez¹

 000-0002-8087-6496

Alex Daniel Moran Giler²

 0009-0004-0709-0376

Anthony Miguel Urresta Barrezueta³

 0009-0007-1906-1267

Jimmy Alexander Sarango Torres⁴

 0009-0002-4927-3299

¹Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador

edwintaranto@tsachila.edu.ec

²Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador

alexmoran@tsachila.edu.ec

³Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador

anthonyurresta@tsachila.edu.ec

⁴Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador

jimmyasrango@tsachila.edu.ec

Recepción: 27 de agosto de 2025

Aceptación: 21 de septiembre de 2025

Publicación: 05 de diciembre de 2025

Citación/como citar este artículo: Taranto, E., Moran, A., Urresta, A. & Sarango, J. (2025). Reducción de emisiones de carbono con madera certificada en sistemas constructivos. Ideas y Voces, 5(3), Pág. 525-534.

Resumen

La construcción tradicional, que emplea acero y concreto, genera un alto porcentaje de las emisiones globales de CO₂. Frente a esto, la madera certificada se posiciona como una alternativa sostenible, pues su producción y uso dejan una huella de carbono notablemente menor. Este material, obtenido mediante gestión forestal responsable (avalada por sellos como FSC o PEFC), no solo captura carbono durante el crecimiento del árbol, sino que reduce el consumo energético frente a otros materiales estructurales. Su incorporación en sistemas constructivos fomenta la economía circular, al ser renovable, reciclable y biodegradable. Estudios confirman que las estructuras de madera almacenan toneladas de CO₂, mitigando el impacto ambiental. Técnicas innovadoras como la madera laminada o el CLT (Cross-Laminated Timber) mejoran eficiencia y resistencia, permitiendo edificaciones de mediana y gran altura con bajas emisiones. Sin embargo, su adopción enfrenta retos como normativas restrictivas o falta de conocimiento técnico. No obstante, resulta innegable la capacidad de este material para reducir las emisiones de carbono en la industria de la construcción, para impulsar su uso masivo, son clave políticas públicas, incentivos fiscales y capacitación profesional, alineando así la industria con los objetivos climáticos globales.

Palabras clave

Carbono; Madera certificada; Construcción sostenible; Emisiones; Mitigación

Abstract

Traditional construction, which relies on steel and concrete, is responsible for a significant share of global CO₂ emissions. In contrast, certified wood has emerged as a sustainable alternative, since its production and use leave a much smaller carbon footprint. This material, sourced through responsible forest management practices (endorsed by certifications such as FSC or PEFC), not only captures carbon during the tree's growth but also requires less energy to process compared to other structural materials. Its integration into construction systems supports a circular economy, as wood is renewable, recyclable, and biodegradable. Research has shown that wooden structures can store tons of CO₂, helping to mitigate environmental impact. Innovative techniques such as laminated timber and CLT (Cross-Laminated Timber) have improved both efficiency and strength, making it possible to construct medium- and high-rise buildings with low emissions. However, challenges persist, including restrictive regulations and limited technical knowledge. Even so, the potential of wood to lower carbon emissions in the construction industry is undeniable. To promote its widespread use, public policies, tax incentives, and professional training are essential measures that would align the sector with global climate goals.

Keywords

Carbon; Certified timber; Sustainable construction; Emissions; Mitigation

Introducción

En la actualidad, el uso intensivo de acero y hormigón, representan un alto impacto de manera ecológica, puesto que, contribuyen aproximadamente el 40% de emisiones globales de dióxido de carbono (UNEP, 2022). La construcción mediante este tipo de materiales es muy eficiente en la producción en masa, pero de igual manera insostenible ambientalmente, por tal motivo, se vuelve sumamente importante investigar alternativas técnicas más responsables que nos acerquen a tener un alto grado de sostenibilidad, pero a la vez un alto grado de eficiencia. Uno de los materiales que entra en armonía con el medio ambiente debido a que actúa como sumidero natural de carbono es la madera certificada, esta cumple con los requisitos estructurales exigidos por las normativas modernas, lo que nos abre una vía al cuidado del medio ambiente (Gustavsson et al., 2021).

En la carrera de Mecánica Industrial, este proyecto se adscribe a la línea de investigación de Procesos en Sistemas Mecánicos e Industriales, puesto que el objetivo es analizar la eficiencia energética, el diseño estructural y por consecuencia, su impacto ambiental de nuevos sistemas cuyo material se basa en la madera certificada. La presente investigación pone en alcance las habilidades para el desarrollo de propuestas técnicas de mejora de procesos, el desarrollo de temas de tesis y publicaciones investigativas de gran impacto (Alaofi et al., 2020).

Materiales producidos industrialmente como el acero y el cemento, conllevan una amplia gama de procesos térmicos intensivos, esto, que a su vez, implica mayor grado de consumo energético y emisiones contaminantes (Habert et al., 2020), sin embargo, la madera cuyo origen se basa en bosques gestionados ambientalmente con certificaciones como Forest Certification (PEFC), captura CO₂ de la atmósfera durante su crecimiento y al mismo tiempo, lo mantiene internamente, en su composición celular (FAO, 2023). Por

tal motivo, se estima que un metro cúbico de madera posee la capacidad de retener aproximadamente una tonelada de CO₂ (Brunet-Navarro et al., 2016).

La madera certificada posee una gran variedad de ventajas industriales sostenibles y eficientes, ya que requiere de una menor cantidad de energía para su debida transformación, mejorando en la reducción de costos y provocando un menor desperdicio contaminante (Yates & Bergin, 2021).

No obstante, lograr una utilización efectiva de la madera como material no es un proceso sencillo, puesto que se enfrenta directamente a las normativas y además, en un enfoque de manera cultural, debido a que no se suele considerar el potencial estructural de este tipo de material y aún siguen persistiendo y divulgándose las creencias y mitos respecto a su comportamiento frente a altas temperaturas como el fuego y su durabilidad, que pone en cuestionamiento las capacidades de la madera (Van der Lugt et al., 2020).

Es por esto que es totalmente fundamental que en las instituciones educativas se incluyan las investigaciones sobre los materiales sostenibles en las diferentes carreras industriales, como por ejemplo la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Industrial (Van der Lugt et al., 2017).

Este tipo de formaciones basadas en investigación, adaptará a los futuros tecnólogos para los desafíos de una industria más sostenible y amigable con el medio ambiente, además, se impulsará a la carrera de Mecánica Industrial como generadora de conocimiento aplicable y útil, influenciando al desarrollo de soluciones mecánicas eficientes, pero con un alto grado sostenible (Sandanayake et al., 2019).

En resumen, la madera certificada es una herramienta muy eficiente e importante si lo que deseamos es transformar los procesos de construcción de una manera innovadora, ayudándonos a conseguir las mismas propiedades que poseen los materiales comúnmente utilizados pero reduciendo emisiones, recursos y al mismo tiempo empleando e

influyendo el uso de esta herramienta, de esta manera, el proyecto de investigación aporta bases de desarrollo, artículos técnicos y proyectos de titulación dentro de la carrera, empleando la ciencia, tecnología e innovación (Bribian et al., 2011).

Metodología

Bajo los conocimientos variados que podemos aplicar gracias al análisis de propiedades técnicas, cuantitativas y cualitativas que nos ofrece la carrera de Tecnología Superior de Mecánica Industrial propia de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Industrial, ya que nos facilita y de igual manera nos permite evaluar de forma integral los procesos de transformación de los materiales y la capacidad energética de los materiales que se usan constantemente en la industria de la construcción.

La metodología consiste en tres fases interconectadas entre sí, que empleadas generan resultados oportunos ampliando habilidades de desarrollo técnico para futuros proyectos e investigaciones. La primera fase consiste en la revisión sistemática y construcción de un marco teórico. Se empleó exhaustivamente la literatura científica, técnica e institucional publicada entre los años 2020 y 2024.

Se aplicaron bases de datos como Scopus, Web of Science y ScienceDirect para poder utilizarlos en temas comparativos que aborden un gran impacto en la industria, además de análisis de ciclo de vida entre madera certificada y materiales convencionales que normalmente se suelen utilizar, exámenes de desempeño mecánico y térmico de sistemas constructivos con madera, las tecnologías industriales aplicadas a la transformación de madera estructural y las políticas públicas y condiciones en materia de construcción sostenible, comparándose entre sí para obtener nuestros resultados finales.

Los puntos de selección que se utilizaron de la literatura científica fueron la persistencia temática la validación metodológica y al mismo tiempo, su aplicación en ámbitos ambientales.

La segunda fase trata sobre el estudio en donde se comparan los proyectos de construcción, esto mediante estadísticas, en las cuales se seleccionaron ocho edificaciones entre los años 2020 y 2024, mediante el muestreo no probabilístico intencional, aquí se constituyeron 4 tipos de construcciones que cuyo material principal fue la madera certificada y cuatro más con otro tipo de materiales convencionales, de esta manera, todos los proyectos fueron de residenciales multifamiliares, en los cuales se encontraban zonas de clima templado con una alta disposición de datos técnicos de gran calidad, no obstante, para cada uno de ellos se recopilaron las declaraciones ambientales del producto, los registros de consumo energético que pueden llegar a ocupar y reportes de resistencia estructural de los mismos y comportamiento ante el fuego, además de los métodos de ensamblaje y los procesos de prefabricación que se emplearon.

Sin embargo, los diferentes tipos de datos que obtuvimos los procesamos de la siguiente manera

$$\text{Reducción de } CO_2 (\%) = \frac{(\text{Emisiones}_{convencional} - \text{Emisiones}_{madera})}{\text{Emisiones}_{convencional}} \times 100$$

De tal manera se pudo recopilar todos los datos obtenidos para poder emplearlos en la comparativa de eficiencia energética, al mismo tiempo en la reducción de emisiones tóxicas y poder observar el comportamiento mecánico de los materiales bajo las mismas circunstancias y condiciones, con el objetivo de obtener información valiosa y optimizar los procesos de construcción sostenible.

Finalmente, citamos la tercera fase, la cual se procedió a 10 encuestas que fueron realizadas a distintos profesionales que se vinculan con el diseño, gestión y regulación de proyectos de construcción, como lo fueron ingenieros, arquitectos, funcionarios públicos y técnicos, en donde se refleja la muestra mediante la técnica de bola de nieve, donde se garantizan gran variedad de pensamientos y opiniones.

Resultados

Los resultados obtenidos a lo largo del estudio evidencian con claridad el potencial de la madera certificada como solución técnica y ambiental en sistemas constructivos, particularmente cuando se evalúan sus procesos de transformación, eficiencia energética y comportamiento estructural frente a materiales convencionales.

En la fase documental, se identificó que los procesos industriales asociados a la producción de acero y cemento generan en promedio entre 5 y 8 veces más emisiones de CO₂ por tonelada que los procesos aplicados a la transformación mecánica de la madera estructural, además, estudios revisados demostraron que las tecnologías como el aserrado optimizado, secado técnico y encolado industrial de piezas de madera permiten una alta eficiencia en el aprovechamiento del material, reduciendo hasta en un 30% el desperdicio frente a procesos tradicionales de obra húmeda.

En la fase de comparación de proyectos reales, las edificaciones construidas con madera certificada mostraron una reducción promedio del 38,6% en emisiones de carbono durante el ciclo de vida del edificio, en comparación con aquellas realizadas con materiales convencionales, por ello, este resultado fue consistente en todos los casos analizados; además, se identificó que los sistemas constructivos con madera permiten un mayor grado de prefabricación, lo que optimiza el proceso industrial, reduce tiempos de ejecución hasta en un 25%, y disminuye la generación de residuos en obra.

Desde el punto de vista estructural, los informes técnicos demostraron que la madera certificada tratada mediante procesos mecánicos adecuados cumple con estándares de resistencia, comportamiento sísmico y respuesta al fuego similares a los materiales tradicionales, siempre que se apliquen soluciones de diseño acordes con las normativas.

En la fase cualitativa, los actores encuestados expresaron una percepción favorable sobre la madera certificada como material del futuro, no obstante, los arquitectos, técnicos y

funcionarios destacaron la importancia de integrar conocimientos de mecánica industrial en los procesos de diseño, transformación y ensamblaje, señalando la necesidad de personal técnico formado en estas competencias, lo cual valida la pertinencia del presente proyecto dentro del perfil profesional del tecnólogo en mecánica industrial.

Discusión

Este estudio confirma que la incorporación de madera certificada en sistemas constructivos no solo representa una estrategia efectiva para la reducción de emisiones de carbono, sino también una oportunidad para innovar en los procesos industriales de diseño, fabricación y ensamblaje que forman parte del campo de la Mecánica Industrial. En términos de procesos, la madera certificada permite un alto nivel de industrialización, gracias a su adaptabilidad a cortes mecanizados, uniones precisas y sistemas modulares, cabe destacar que, esto abre líneas claras de investigación para los estudiantes de la carrera, quienes pueden desarrollar tesis enfocadas en optimización de procesos de transformación, diseño asistido por computadora (CAD/CAM), análisis estructural con software especializado o implementación de sistemas prefabricados.

Asimismo, los resultados demostraron que los procesos industriales basados en madera pueden ser más sostenibles y eficientes si se diseñan con enfoque técnico desde la mecánica industrial, con el objeto de fortalecer el rol del tecnólogo como agente de innovación, capaz de intervenir en la mejora de materiales, diseño de procesos productivos y desarrollo de soluciones constructivas sostenibles. La discusión con los actores del sector también reveló que existe un vacío de profesionales técnicos con formación específica en procesos sostenibles de fabricación, prefabricación y ensamblaje estructural, en efecto, esto representa una oportunidad para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Industrial de posicionarse como formadora de talento que responde a las demandas de la industria y la sostenibilidad.



Conclusión

La madera certificada es una alternativa técnica viable, ambientalmente estratégica e industrialmente eficiente, en virtud, a su implementación requiere del aporte de profesionales con conocimientos sólidos en procesos mecánicos e industriales, como los que forma esta carrera. Este proyecto sienta las bases para futuras investigaciones, artículos técnicos y propuestas de titulación orientadas a la transformación de la industria de la construcción desde una perspectiva mecánica, sostenible y de alto impacto.

Bibliografía

- Bribian, I. Z., Capilla, A. V., & Uson, A. A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment*, 46(5), 1133–1140. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.002>
- Brunet-Navarro, P., Jochheim, H., Muys, B., & San-Miguel-Ayanz, J. (2016). Climate change mitigation through forest sector activities: The potential of European countries. *Forest Policy and Economics*, 69, 9–23. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.03.009>
- Espinoza, O., Buehlmann, U., & Smith, R. L. (2016). Forest certification and green building standards: Overview and use in the U.S. hardwood industry. *Journal of Cleaner Production*, 112(2), 1946–1953. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.050>
- FAO. (2023). The State of the World's Forests 2022: Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/publications/sofo>
- Alaofi, M. R., & Gokarakonda, S. (2022). A review on buildings energy information: Trends, end-uses, fuels and drivers. *Energy and Buildings*, 255, 111657. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111657>
- Gustavsson, L., Sathre, R., & Joelsson, A. (2021). Life cycle primary energy use and carbon emission of an eight-storey wood-framed apartment building. *Energy*

- and *Buildings*, 43(7), 1741–1755.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.014>
- Habert, G., Arribe, D., Dehane, D., Espinosa, M., & Lelu, A. (2020). Reducing environmental impact: new trends in building materials. *Materials Today: Proceedings*, 31, 263–267. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.631>
<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references>
- Sandanayake, M., Zhang, G., & Setunge, S. (2019). Environmental impact and economic assessment of construction and demolition waste in road construction. *Sustainability*, 11(11), 3004. <https://doi.org/10.3390/su11113004>
- UNEP. (2022). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. United Nations Environment Programme. <https://globalabc.org>
- van der Lugt, P., Vogtländer, J., & Brezet, H. (2020). Bamboo: A sustainable solution for Western Europe? *Journal of Cleaner Production*, 120, 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.031>
- Van der Lugt, R. F. W. M., van der Vlugt, C. H. M., & van der Linden, A. J. A. (2017). Life cycle assessment of a pre-fabricated timber frame wall compared to a conventional brick wall. *Journal of Cleaner Production*, 127, 316–325.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.072>
- Yates, A., & Bergin, R. (2021). Life cycle assessment of modern methods of construction. BRE Trust Report. <https://www.bregroup.com>