

CAPÍTULO 2

2. Caracterización de Md-ciclo: material elaborado a partir de residuos de MDF, para diferentes sectores en la industria

Camila Hernández Morales

Characterization of Md-cycle: A Material Made from MDF Waste for Various Industrial Sectors

Caracterización de Md-ciclo;

Material Elaborado a Partir de Residuos de Mdf, para Diferentes Sectores en la Industria

*Characterization of Md-cycle:
A Material Made from MDF
Waste for Various Industrial
Sectors*

Camila Hernández Morales

Universidad Católica de Pereira
camila.hernandez@ucp.edu.co

Resumen

Este proyecto investiga el material biobasado denominado Md-ciclo, elaborado a partir de residuos de Mdf, con el objetivo principal de caracterizarlo mediante ensayos de laboratorio, pruebas experimentales y un análisis experiencial-perceptivo. Estos estudios permitieron identificar sus propiedades físicas, mecánicas y sensoriales, con el fin de evaluar su viabilidad para la producción de productos destinados a sectores industriales. Aplicando una metodología híbrida donde el proyecto sitúa al material en el centro del proceso de diseño, permitiendo que sus propiedades, posibilidades y limitaciones de ser, guíen el desarrollo del material a producto. Se sintetiza la información obtenida a partir de la caracterización para identificar las propiedades potenciales de aplicación, y se compara Md-ciclo con materiales similares para analizar los diferentes usos, ventajas y desventajas en términos de propiedades, aplicaciones, costos y sostenibilidad. Finalmente, se evalúa la factibilidad de desarrollar un producto mínimo viable, considerando el contexto de uso, el usuario final y pruebas de aceptación, para concluir sobre las aplicaciones más adecuadas del material. Se obtuvieron como resultados diferentes productos de validación en áreas como calzado, decoración, marroquinería y demás, así como la definición de los formatos de venta del material.

Palabras Clave: Material, biobasado, caracterización, residuos

Abstract

This project investigates the biobased material known as Md-ciclo, developed from MDF waste, with the main objective of characterizing it through laboratory tests, experimental trials, and an experiential (perceptual) analysis. These studies made it possible to identify its physical, mechanical, and sensory properties in order to evaluate its viability for the production of products intended for industrial sectors. A hybrid methodology is applied in which the material is placed at the center of the design

process, allowing its properties, possibilities, and limitations to guide the transition from material to product. The information obtained from the characterization process is synthesized to identify potential application properties, and Md-ciclo is compared with similar materials to analyze different uses, advantages, and disadvantages in terms of properties, applications, costs, and sustainability. Finally, the feasibility of developing a minimum viable product is evaluated, considering the context of use, the end user, and acceptance tests, in order to determine the most appropriate applications for the material. As a result, different validation products were developed in areas such as footwear, interior decoration, and leather goods, as well as the definition of possible formats for the commercialization of the material.

Keywords: Material, biobased, characterization, waste

Introducción

El aumento en la preocupación por temas como la sostenibilidad y la gestión de residuos ha llevado a buscar alternativas para el aprovechamiento de residuos y materiales reciclados. Por esta razón, la valorización de residuos como materia prima para el desarrollo de materiales biobasados ha ganado relevancia en los últimos años, especialmente en el caso de materiales ampliamente utilizados que cuentan con pocas alternativas conocidas para su reciclaje o aprovechamiento (Pinho et al., 2025). En este contexto, el presente trabajo se enfoca en la caracterización de un material elaborado a partir de residuos de MDF (Medium Density Fiberboard), con el objetivo de determinar sus propiedades.

Tal caracterización permitirá identificar las posibles aplicaciones industriales, en búsqueda de contribuir a la reducción de residuos y la promoción de prácticas sostenibles en la industria. En este sentido, el MDF es un ejemplo de material cuya industria genera grandes volúmenes de residuos con escasas alternativas de aprovechamiento, lo que refuerza la necesi-

dad de explorar nuevas posibilidades para su reincorporación productiva (Pinho et al., 2025). Por medio de este estudio, se busca desarrollar un producto o aplicación industrial que, además de ser viable en términos económicos, sea ambientalmente sostenible, abriendo nuevas perspectivas para la gestión de residuos y la producción de materiales.

Metodología

La metodología organiza y estructura el desarrollo del proyecto, lo que facilita la recolección, análisis e interpretación de datos para la toma de decisiones. Se realiza una hibridación donde se integran diversas metodologías, métodos y herramientas, alineándose con el enfoque técnico-tecnológico del diseño y combinando diferentes perspectivas para crear una solución más completa.

Se aborda el método MDMS (Meaning Driven Materials Selection) propuesto por Karana, 2009, con el fin de evaluar no solo las propiedades técnicas de los materiales, como su resistencia y durabilidad, sino también su significado emocional y cultural. A este enfoque se adicionan las fases y hace “énfasis en las propiedades técnicas de los materiales, las posibilidades de fabricabilidad, los requisitos económicos, la disponibilidad y los problemas ambientales en la selección de materiales” (ver [1-4], como se cita en Karana, 2009).

La investigación parte del escenario 3: material exploratorio y/o semidesarrollado, en el cual se puede aplicar el método MDD (Material Driven Design) diseñado por Karana et al. (2015), el cual reconoce la visión dualista de los

materiales en los productos, entendiendo que estos deben contribuir a satisfacer tanto las necesidades funcionales como las hedónicas de las personas. La caracterización del material se constituyó en dos vías: a la caracterización técnica se aplicaron los métodos de ensayo NTC-ISO y ASTM; mientras que, para la caracterización experiencial el método planteado por Camera (2018), en este se comprende el material desde lo sensorial, interpretativo, emocional y performativo, por lo tanto, se implementaron entrevistas para la recolección de datos.

La combinación de caracterización técnica y experiencial ha sido reconocida en la literatura sobre diseño de producto como una aproximación que permite comprender el material de manera integral, al identificar tanto sus propiedades objetivas como la experiencia que genera en quienes lo usan o manipulan (Veelaert et al., 2020).

De tal modo, los métodos anteriores ayudan a obtener información acerca de las propiedades del material y, luego, crear una visión, generar ideas y conceptos mediante el método ViP (Vision in Product Design). Finalmente, se realiza una evaluación del impacto ambiental a través de la herramienta PML o ciclo de vida de producto, con el propósito de examinar el impacto ambiental desde la extracción de materia prima hasta la disposición final. El proceso concluye con el testeo y con las etapas de comprobación, con la metodología de Análisis y Testeo.

A continuación, se muestra en la Figura 1 la estructura de la hibridación entre metodologías, métodos y herramientas realizadas para el proyecto.

Figura 1 Esquema metodológico



Nota. Se toman pasos que son relevantes para el proyecto, siendo así la unión de diferentes etapas de metodologías, métodos y herramientas. Elaboración propia.

Por lo anterior, se identifica primero al grupo al que hace parte el material; después, se caracteriza desde lo técnico con pruebas físicas y mecánicas con métodos de ensayo, siguiendo las normas internacionales NTC-ISO 5402:2008, ASTM D4966-22, NTC-ISO 3377-1:2006 y NTC-ISO 3376:2007. Estas pruebas se realizaron con el objetivo de evaluar el comportamiento del material en dos espesores distintos: la primera muestra, denominada MDC1, con un espesor aproximado entre 1 y 2 milímetros; la segunda muestra, MDC2, con un espesor aproximado entre 2 y 3 milímetros. Ambos espesores se sometieron a los mismos ensayos; la intención era descubrir las diferencias de comportamiento del material en lo que respecta a la flexión, la abrasión, el rasgado y la tracción para confirmar su capacidad de uso en productos de diseño.

Desde el enfoque experimental, se replican pruebas previamente realizadas en otros proyectos que pueden contribuir a los resultados; asimismo, se realizan ensayos para evaluar la funcionalidad del material, determinar herramientas adecuadas para su manipulación, analizar su comportamiento ante diferentes cambios de temperatura y, de esta manera, determinar tiempos de biodegradabilidad. Estos análisis permiten identificar métodos de transformación y enriquecen la información sobre la viabilidad, así como las posibilidades de uso y adaptación del material.

Finalmente, desde un enfoque perceptivo, se realiza un estudio del material bajo la perspectiva de dos grupos: personas con conocimientos avanzados sobre materiales y personas con un entendimiento limitado. Este análisis busca establecer similitudes del material con otros existentes, comprender qué percepción genera, explorar posibles aplicaciones y realizar una caracterización general de los materiales con los que fue comparado. A partir de esta información, se evalúan sus ventajas, desventajas y se define con mayor precisión su aplicabilidad, guiando el desarrollo del material Md-ciclo hacia usos específicos y segmentados.

Resultados

Los resultados de la caracterización técnica, mediante métodos de ensayo que se ajustan a las normas internacionales NTC-ISO 5402:2008, ASTM D4966-22, NTC-ISO 3377-1:2006 y NTC-ISO 3376:2007, evidenciaron diferencias en comportamiento según el espesor de las muestras MDC1 y MDC2. En resumen, con respecto a la abrasión, ambas muestras presentaron buena resistencia al desgaste superficial y estabilidad del color tras 30.000 ciclos, destacando el desempeño estético la muestra MDC1.

Los ensayos mecánicos MDC1, por su parte, determinaron mayor resistencia a la tracción; mientras que MDC2 presentó una mayor capacidad de elongación, indicando un comportamiento más flexible. En cuanto a la resistencia al desgarre, MDC2 tuvo un desempeño superior, lo que lo hace más apto para aplicaciones que requieran mayor durabilidad. Respecto a la flexión MDC2, reveló una mejor respuesta ante ciclos repetitivos, lo cual sugiere menor afectación estructural en comparación con MDC1.

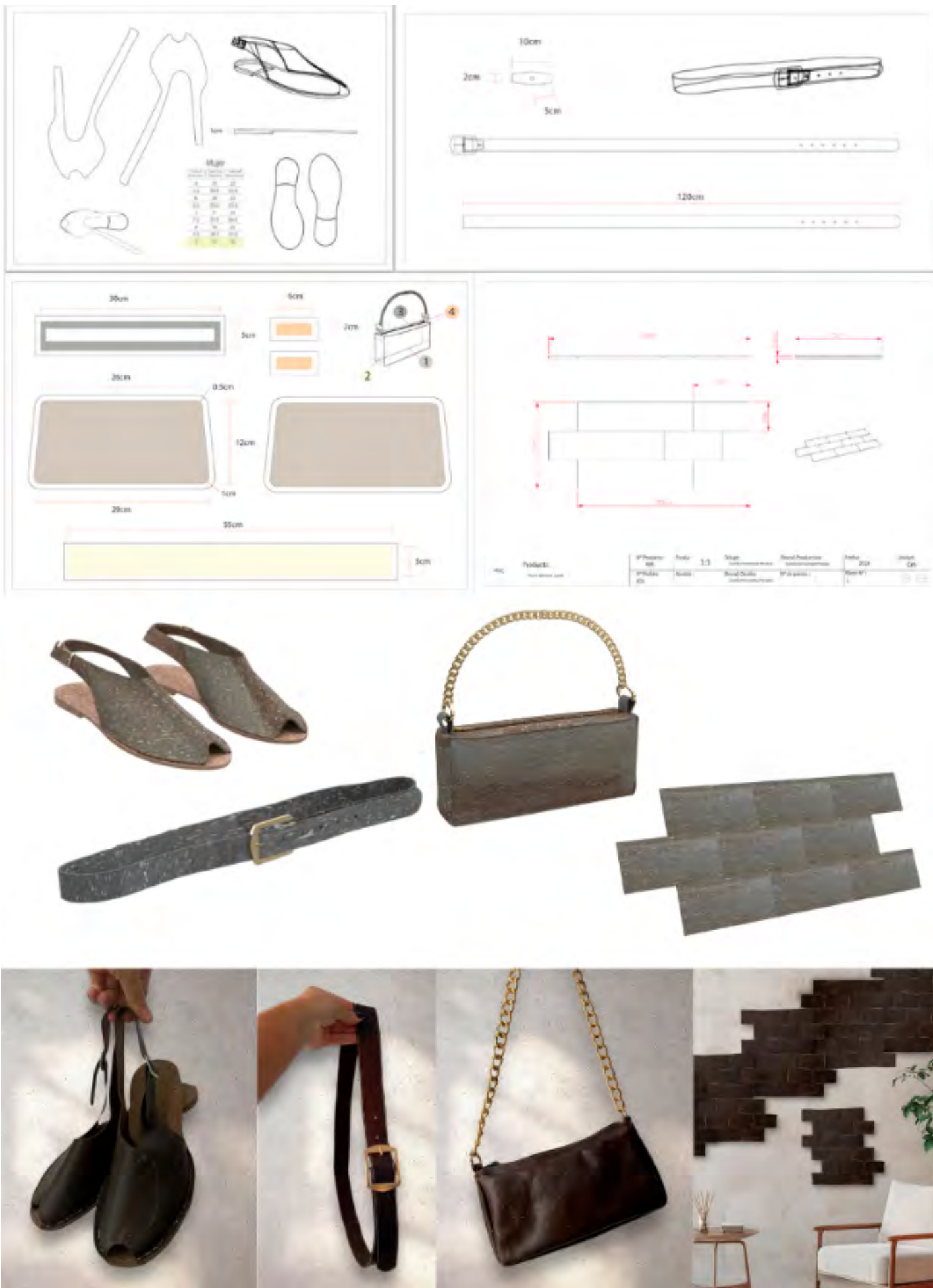
Desde el enfoque técnico-experimental, el material demostró versatilidad en procesos de transformación, lo que permite cortes manuales y mecanizados, costura, diferentes tipos de adhesión, termoformado, cambio estructural con agua, absorción de impacto; como también, propiedades funcionales adicionales como aislamiento térmico, absorción acústica (en frecuencias medias y altas), y tiempos cortos de biodegradación bajo condiciones naturales (una muestra de 4cm*4cm*2mm tarda en biodegradarse en tierra 5 días y en agua 15 días aproximadamente, aunque este tiempo puede variar dependiendo de las condiciones externas y del entorno).

En cuanto a la caracterización desde lo perceptivo, el material fue percibido como un material variable, moldeable y visualmente llamativo, con una apariencia rústica y una textura cam-

biente, suave en espesores delgados y un poco más rugosa en espesores de mayor tamaño. En comparación con materiales similares (corcho, odena, cuero, pergamino, carnaza, cartón, cuero sintético, cartón plástico, vinilo PVC, foamy (espuma EVA) ...) destacó por aplicación, variedad en los formatos de presentación, costos competitivos y ventajas ambientales. Esta comparación es significativa, ya que los materiales biobasados presentan cualidades funcionales similares a las de los materiales sintéticos convencionales y, a su vez, provienen de fuentes renovables o residuales (Sandoval et al., 2024; Rognoli et al., 2022).

Todo este proceso permitió reconocer y entender al material Md-ciclo y validar la información adquirida mediante prototipos funcionales (Figura 2) en áreas como calzado, marroquinería, decoración y mobiliario. Esto, confirmó la aplicación del material y definió los formatos de comercialización (Figura 3); como lámina ya lista para uso (en diferentes tamaños estandarizados) y como bicomponente para preparación, según requerimientos específicos, lo cual facilitó la adaptación a distintos contextos de uso y procesos de diseño.

Figura 2 Validación, prototipos y fabricación



Nota. Proceso de verificación de la caracterización con prototipos funcionales. Elaboración propia.

Figura 3 *Formatos de comercialización*



Nota. Elaboración propia.

Discusión y Conclusiones

El proceso de caracterización, mediante los métodos de ensayos estandarizados NTC-ISO y ASTM, así como las evaluaciones experimentales, evidenciaron la viabilidad técnica y potencial aplicación en distintos sectores industriales. Al mismo tiempo, los resultados obtenidos facilitaron el desarrollo y las posibilidades de ser en cuanto a producto, validando el material como una alternativa funcional y competitiva frente a otros materiales de uso similar que se encuentran comúnmente en el mercado.

El material destaca desde un enfoque ambiental, por el aprovechamiento de residuos y sus propiedades biodegradables, lo que lo posiciona como una opción biobasada con potencial en mercados que están orientados hacia prácticas

responsables. Adicionalmente, se vincula con las tendencias actuales de economía circular, con potencial para aprovechar residuos como el MDF y lograr el desarrollo de nuevos materiales, los cuales contribuyan de manera directa a la reducción de su impacto ambiental (Pinho et al., 2025; Mishra et al., 2023).

Desde lo metodológico, la implementación e integración de enfoques técnicos, experienciales y ambientales permitieron una comprensión integral del material, lo que orientó de forma estratégica la aplicación. Así, como resultado del proceso, la versatilidad y presentación del material, en diferentes formatos de comercialización, fortalecen su viabilidad técnica y comercial; a su vez, amplían las posibilidades de uso y facilitan su adopción en procesos de diseño y fabricación.

Referencias

Camera, S., and Karana, E. (2018) Experiential Characterization of Materials: toward a toolkit, in Storni, C., Leahy, K., McMahon, M., Lloyd, P. and Bohemia, E. (eds.), Design as a catalyst for change – DRS International Conference 2018, 25–28 June, Limerick, Ireland. <https://doi.org/10.21606/drs.2018.508>

Karana, E., Rognoli, V., Barati, B., y Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material Driven Design (MDD): A Method to Desing for Material Experiences. International Journal of Design, 9(2), 35–54. https://www.researchgate.net/publication/277311821_Material_Driven_Design_MDD_A_Method_to_Design_for_Material_Experiences

Karana, E. (2009, August 24–27). Meaning driven materials selection in design education. Paper Presented at the International Conference on Engineering Design (ICED'09), Stanford University, Stanford, CA, USA. <https://www.designsociety.org/download-publication/28870/Meaning+Driven+Materials+Selection+in+Design+Education>

Mishra, B., Mohanta, Y. K., Reddy, C. N., Mohan Reddy, S. D., Mandal, S. K., Yadavalli, R., y Sarma, H. (2023). Valorization of agro-industrial biowaste to biomaterials: An innovative circular bioeconomy approach. Circular Economy, 2(3), 100050. <https://doi.org/10.1016/j.cec.2023.100050>

Pinho, G. C. de S., Calmon, J. L., Medeiros, D. L., y Pinho, C. (2025). Furniture wood waste management towards the circular economy. Applied Sciences, 15(3), 1360. <https://doi.org/10.3390/app15031360>

Rognoli, V., Petreca, B., Pollini, B., y Saito, C. (2022). Materials biography as a tool for designers' exploration of bio-based and bio-fabricated materials for the sustainable fashion industry. Sustainability: Science, Practice and Policy, 18(1), 749–772. <https://doi.org/10.1080/15487733.2022.2124740>

Sandoval, S. S., Amenábar, A., Toledo, I., Silva, N., y Contreras, P. (2024). Advances in the sustainable development of biobased materials using plant and animal waste as raw materials: A review. Sustainability, 16(3), 1073. <https://doi.org/10.3390/su16031073>

Veelaert, L., Du Bois, E., Moons, I., y Karana, E. (2020). Experiential characterization of materials in product design: A literature review. Materials & Design, 190, 108543. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.108543>