

Alternativas sostenibles a partir de los residuos tipo llantas en la zona urbana del municipio de Sibundoy, Putumayo

Hernando L. Maigual Quinchoa¹   Elklin U. Sigindioy Chindoy²  

Anyuri M. Duarte Goyes³   Mónica M. Cuellar Tonguino⁴  

Recibido: 11 de junio de 2024 Aceptado: 16 de noviembre de 2024 Actualizado: 19 de marzo de 2025

DOI: 10.17151/luaz.2024.58.5

Resumen

Este proyecto se desarrolló en la zona urbana del municipio de Sibundoy, Putumayo, una región caracterizada por comunidades campesinas e indígenas Kamëntsa. El objetivo fue la identificación y manejo de residuos de llantas, proponiendo su reutilización mediante procesos artesanales para la elaboración de macetas ornamentales. Con un enfoque mixto, se recopilieron datos en talleres mecánicos y montallantas, identificando que las motocicletas son las principales generadoras de residuos de llantas, seguidas por automóviles y bicicletas. De igual manera, se determinó que factores como la calidad deficiente de las vías y el uso intensivo de transporte público incrementan el desgaste de los neumáticos y su acumulación como desechos. A través del diagnóstico, se seleccionaron llantas con características específicas para garantizar su reutilización efectiva, las cuales fueron sometidas a procesos de limpieza, desinfección, corte y diseño, priorizando la calidad del caucho y asegurando su durabilidad en los productos elaborados (macetas). Dichos productos resultantes no solo ofrecen una solución funcional y sostenible para la gestión de residuos, sino que también integran elementos culturales al plasmar en su diseño aspectos de la indumentaria tradicional Kamëntsa, permitiendo destacar la importancia de preservar y compartir la riqueza cultural del resguardo indígena, conectando dimensiones ambientales, sociales y culturales. Finalmente, el proyecto fomenta la economía circular al reutilizar residuos, previniendo prácticas dañinas como la quema de llantas y reduciendo su acumulación en vertederos. Además, abre oportunidades para la innovación artesanal, promueve la sostenibilidad ambiental y refuerza la identidad cultural de la comunidad Kamëntsa, ofreciendo un modelo replicable en otras regiones.

Palabras clave: aprovechamiento, contaminación ambiental, reciclaje, residuos.

Abstract

This project was developed in the urban area of the municipality of Sibundoy, Putumayo, a region characterized by peasant and indigenous Kamëntsa communities. The objective was the identification and management of tire waste, proposing its reuse through artisanal processes for the production of ornamental pots. Using a mixed approach, data was collected in mechanic workshops and tire shops, identifying that motorcycles are the main generators of tire waste, followed by automobiles and bicycles. It was also determined that factors such as poor road quality and the intensive use of public transportation increase tire wear and tire waste accumulation. Through the diagnosis, tires with specific characteristics were selected to guarantee their effective reuse, which were subjected to cleaning, disinfection, cutting and design processes, prioritizing the quality of the rubber and ensuring their durability in the manufactured products (planter). The

resulting products not only offer a functional and sustainable solution for waste management, but also integrate cultural elements by reflecting aspects of traditional Kamëntsa clothing in their design, thus highlighting the importance of preserving and sharing the cultural richness of the indigenous reservation, connecting environmental, social and cultural dimensions. Finally, the project fosters the circular economy by reusing and reusing.

Keywords: utilization, environmental pollution, recycling, waste.

Introducción

Desde la antigüedad, la movilidad ha sido una necesidad humana fundamental. La invención de la rueda, según Patiño y Rodríguez Ramos (2017), constituyó un punto de inflexión en el progreso de las sociedades, facilitando el transporte y el comercio. Sin embargo, junto con los beneficios surgen desafíos, como el manejo inadecuado de los neumáticos usados, que representan una amenaza ambiental y de salud pública.

La gestión de residuos de neumáticos a nivel mundial es un proceso que requiere atención meticulosa debido a los desafíos ambientales y de salud pública que plantea su manejo inadecuado. Según Merino *et al.*, (2020), la fabricación y disposición final de los neumáticos contribuyen significativamente a la contaminación y generan problemas de salud, ya que estos residuos, si no se gestionan adecuadamente, pueden contaminar el suelo, el agua y el aire con una degradación extremadamente lenta, que prolonga su impacto ambiental. Bernal-Figueroa *et al.*, (2021) manifiestan que los neumáticos desechados pueden clasificarse en dos categorías: aprovechables y no aprovechables, lo que subraya la necesidad de analizar sus propiedades físicas para optimizar su gestión y reutilización.

Para abordar esta problemática es esencial promover prácticas de gestión de residuos más sostenibles y desarrollar sistemas eficientes de reciclaje y reutilización, dado que la concienciación pública sobre la importancia de una gestión adecuada de los neumáticos usados y la promoción de políticas gubernamentales son pasos cruciales hacia un futuro más sostenible. Según (MITECO, s.f.), los neumáticos fuera de uso (NFU) deben gestionarse adecuadamente mediante estrategias que fomenten su reducción, reutilización, reciclaje y valorización.

Iniciativas como la reutilización de neumáticos para la fabricación de muebles y productos artesanales no solo contribuyen a la economía circular, sino que también ayudan a mitigar el impacto ambiental (El Comercio, 2013). Merino *et al.*, (2020) destacan que las llantas pueden ser transformadas artesanalmente para darles nuevos propósitos, evitando su desecho, ya que entre las alternativas de reutilización más comunes se encuentran la creación de muebles como sillas, mesas y sofás, aprovechando la resistencia y flexibilidad del caucho para garantizar comodidad y durabilidad; además, pueden convertirse en maceteros para el cultivo de plantas, lo que no solo promueve la reutilización, sino que también contribuye a la decoración de espacios.

En particular, la creación de macetas a partir de llantas recicladas ofrece una alternativa práctica y sostenible para la reutilización de estos residuos, debido a que no solo reduce la cantidad de llantas que terminan en vertederos o espacios abiertos, sino que también fomenta la decoración y funcionalidad de los entornos urbanos, contribuyendo al bienestar de la comunidad. Tanto así que

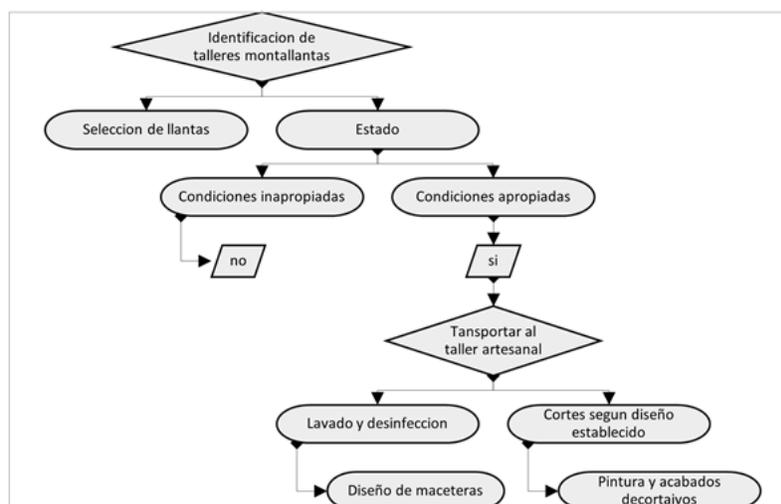
Alvarez *et al.*, (2013) Afirman que el reciclaje de llantas usadas permite sin duda recuperar sus componentes, los cuales prolongan su existencia al generar nuevos materiales e insumos y beneficios medioambientales, lo cual sin duda se traduce en la recuperación de recursos económicos que para muchos pueden ser simplemente basura inservible

En ese sentido, en este estudio se tuvo como objetivo proponer una solución para el manejo de llantas usadas en la zona urbana del municipio de Sibundoy, Putumayo, mediante la fabricación artesanal de macetas ornamentales como estrategia para mitigar la contaminación ambiental y reducir la disposición inadecuada de estos residuos. Este enfoque integral no solo aborda los problemas ambientales asociados con los neumáticos, sino que también promueve prácticas de reutilización sostenibles, fomenta un sistema de gestión de residuos más eficiente y genera beneficios ambientales, sociales y económicos para la comunidad. Asimismo, busca fortalecer la conciencia ambiental y el compromiso comunitario con la preservación del entorno natural, contribuyendo al desarrollo sostenible tanto a nivel local como global.

Materiales y métodos

Localización: La presente investigación se desarrolló en la zona urbana del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo (Colombia), caracterizada por comunidad campesina y comunidad indígena Kamëntsa. Se ubica a 1° 10' 34.67" de latitud norte y 76° 55' 04.33 de longitud este, a una altura entre los 2.000 y 2.150 msnm, con temperatura promedio anual de 15°C, precipitación de 1.496 mm y humedad relativa anual del 78 % (Palacios Bucheli y Barrientos Fuentes, 2014). La región pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (b-mb) (Holdridge, 1978)

Desarrollo metodológico. La metodología se estructuró con base en el diagrama de flujo (Figura 1), que ilustra el proceso de reincorporación de las llantas al ciclo de materiales como un residuo de interés, promoviendo su aprovechamiento sostenible y funcional. El diagrama destaca la importancia de la selección adecuada de materiales para un manejo sostenible de los residuos, facilitando un trabajo artesanal más eficiente y efectivo.



Tipo de Investigación. La presente investigación se basó en un enfoque mixto, combinando datos primarios recopilados directamente en talleres, mediante encuestas semiestructuradas y diagnósticos de campo, con análisis cualitativos y cuantitativos para comprender la generación y manejo de residuos tipo llanta en la zona urbana del municipio de Sibundoy, Putumayo. La información recolectada se centró en temas como la generación de residuos, conocimiento académico, manejo de residuos y el desgaste de llantas, siendo abordados en talleres diseñados para este propósito. El análisis se basó en estadística descriptiva en el software Excel para entender el comportamiento de las variables de estudio.

Diagnóstico del manejo de residuos. El diagnóstico del manejo de residuos inició con la ubicación e identificación de talleres, registrando un total de 28 talleres mecánicos y montallantas. De estos, se seleccionaron 15 talleres directamente relacionados con la generación de residuos tipo llanta, representando el 100 % de los espacios identificados como generadores principales de este tipo de desechos.

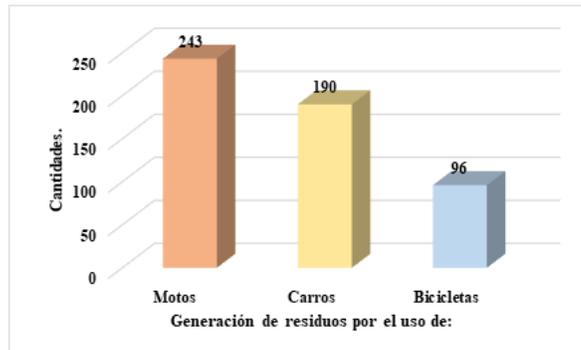
Durante esta etapa, se recopilaron datos primarios y secundarios donde se abordaron aspectos como el tipo y cantidad de llantas generadas, así como el aprovechamiento actual de estos residuos. Esto permitió analizar tanto la cantidad como la naturaleza de los residuos, diferenciando entre talleres mecánicos, que generaban menos residuos debido a actividades diversificadas; y montallantas, donde la acumulación de llantas era más significativa. Además, se realizó un registro detallado de las características de las llantas generadas, identificando sus fuentes y posibles usos, con el objetivo de comprender las dinámicas actuales del manejo de residuos y proponer estrategias sostenibles para su gestión.

Desarrollo de alternativas de aprovechamiento. Las actividades de diagnóstico permitieron orientar hacia el diseño e implementación de alternativas para el manejo y aprovechamiento de llantas usadas, las cuales fueron validadas entre el equipo técnico y la comunidad. Las actividades artesanales incluyeron la transformación de estos residuos en elementos originales, como macetas ornamentales, fomentando su reincorporación al ciclo de materiales.

Resultados y discusión

Diagnóstico del manejo de los residuos.

El diagnóstico realizado en la zona urbana de Sibundoy identificó tres categorías principales de residuos de llantas generados mensualmente: motocicletas, automóviles y bicicletas ([Figura 2](#)).

Figura 2. Cantidades de residuos de llantas generadas en un mes

Las motocicletas fueron las principales generadoras, con 243 llantas al mes; seguidas por los automóviles con 190 y las bicicletas con 96, donde la mayoría de los residuos corresponden a llantas pequeñas de rines 13 y 14, utilizadas principalmente en motocicletas. Según Peñaloza López y Cisneros Razo (2022), el alto consumo de llantas de motocicletas está relacionado con la flexibilidad y facilidad de transporte que estos vehículos ofrecen en zonas con restricciones viales. Esto es muy notable en Sibundoy, debido a que es el medio más flexible para acceder a lugares con restricciones viales mínimas. Por otro lado, según Paucar Ortega & Tacuri Delgado, (2015) menciona que el desgaste del neumático es el resultado de la fricción entre el labrado de la banda de rodamiento de la llanta y la calzada, mientras la rueda está en fricción con el suelo, dichos desgastes están influenciados por diferentes factores que son: características físicas del caucho y del acero, la alineación y principalmente el manejo vial. Por lo tanto, en la zona de estudio las vías sin pavimento o de baja calidad contribuyen significativamente a este desgaste, aumentando el consumo de llantas y su acumulación como residuos (Busic *et al.*, 2018).

Frente a la problemática de la alta generación de residuos de llantas, esta no solo se evidencia en Sibundoy, sino que es un fenómeno creciente a nivel mundial. Tal y como lo manifiestan Bernal-Figueroa *et al.*, (2021), quienes afirman que, en Colombia, se generan 61,000 toneladas de residuos de llantas de automóvil, camioneta, camión y buseta anualmente.

Por otra parte, en Sibundoy los cambios de llantas se realizan, principalmente, debido a consideraciones sobre su calidad y durabilidad, ya que el uso de vehículos de transporte público genera una mayor cantidad de residuos, dado que recorren rutas diariamente, tanto dentro como fuera del municipio. Symeonides *et al.*, (2019) mencionan que, en los últimos años, se ha observado un aumento en las ventas del mercado de llantas por diversos factores, como el aumento en la cantidad de vehículos en circulación y la reducción en la durabilidad de las llantas, generando una mayor demanda de reemplazos, lo que ha impulsado el crecimiento del mercado de ventas de llantas.

En otra instancia, en la zona la gran mayoría de las llantas desechadas por el uso de vehículos automóviles suelen ser reutilizadas, considerando su estado y tiempo de uso, donde según el desgaste y la condición final de estas, se suelen utilizar para construir muros de contención y productos artesanales. Aguilar Pacheco (2023) menciona que en diferentes lugares una alternativa que es recurrente es la quema incontrolada de llantas usadas, liberando enormes cantidades de

humo y gases tóxicos como: compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) entre otros, contribuyendo al aumento de la temperatura del planeta y deterioro de la calidad del aire, debido a que estos gases cuando se liberan en el aire se acumulan en la atmosfera de nuestro planeta, generando un aumento de los gases de efecto invernadero (GEI).

Proceso de aprovechamiento.

Los establecimientos participantes revelaron que las llantas desechadas se reutilizan según su estado y tiempo de uso, siendo aquellas en mejores condiciones destinadas a la construcción de muros de contención y la elaboración de productos artesanales como macetas, muebles y juegos infantiles, lo que fomenta la economía circular al tiempo que reduce significativamente el volumen de residuos enviados a los vertederos. Ramírez Polo *et al.*, (2020) manifiestan que la selección adecuada de llantas para su reutilización es esencial, priorizando aquellas con características específicas como ausencia de hilos filamentosos, sin agujeros y con predominancia de caucho, que faciliten su transformación en productos útiles.

A partir de la identificación de las fuentes generadoras de residuos de llantas en la zona urbana, se procedió a realizar una recolección selectiva del material, priorizando llantas usadas de vehículos automóviles pequeños y medianos. Estas llantas debían cumplir con criterios específicos, como un tamaño entre 40 y 50 cm/r² y una condición adecuada, excluyendo aquellas que presentaban hilos filamentosos, agujeros o que eran de tipo radial, debido a las dificultades que presentan para su manipulación y corte. Además, se buscó que aproximadamente el 90 % del material estuviera compuesto por caucho para garantizar su reutilización efectiva.

La recolección buscó asegurar que las llantas seleccionadas fueran aptas para su transformación en macetas artesanales, cumpliendo con las condiciones necesarias para un manejo eficiente en el taller artesanal. La exclusión de llantas con defectos como agujeros y la preferencia por aquellas de material predominantemente de caucho no solo facilita los procesos de corte y diseño, sino que también mejora la calidad y longevidad de los productos elaborados. Esto permitió aprovechar al máximo las propiedades del caucho, como su durabilidad y resistencia, características esenciales para la elaboración de macetas funcionales y sostenibles.

La reutilización de llantas no solo contribuye a la reducción de residuos enviados a vertederos, sino que también promueve la sostenibilidad al reincorporar materiales en nuevos ciclos productivos. Según Ramírez Polo *et al.*, (2020) es crucial seleccionar llantas en estado aprovechable, teniendo en cuenta factores como el nivel de desgaste, la ausencia de hilos filamentosos y agujeros, así como un tamaño adecuado para el producto final. En este caso, se establecieron como medidas óptimas 205 mm de ancho, un perfil del 55 % y 16 pulgadas de diámetro, asegurando que las llantas seleccionadas cumplieran con los requisitos para su transformación en macetas artesanales.

Este proceso de selección y reutilización no solo garantiza la calidad del producto final, sino que también contribuye a mitigar el impacto ambiental asociado con el desecho de llantas usadas, fomentando una gestión sostenible y un enfoque innovador en el manejo de residuos.

Desarrollo de alternativas.

Las llantas seleccionadas fueron transportadas al sitio de proceso donde se desarrollaron actividades de limpieza, diseño y transformación. Cada llanta fue lavada y desinfectada, utilizando 284 g de jabón en barra, 18,75 g de jabón en polvo, 38,33 ml de cloro y 15 litros de agua, eliminando partículas de tierra y microorganismos que pudieran interferir en el corte y diseño. Posteriormente, se realizaron cortes y uniones con herramientas como ceguetas y taladros, ajustando las piezas para dar forma a macetas ornamentales. Finalmente, se aplicaron pinturas resistentes al sol y al agua, asegurando la durabilidad de los productos.

Después del proceso de lavado y desinfección, se llevaron a cabo las actividades de dibujo, corte y unión de piezas, lo que permitió moldear y dar forma a los modelos establecidos para el aprovechamiento de los residuos tipo llanta, específicamente en la elaboración de macetas ornamentales. Finalmente, se realizaron los retoques finales, incluyendo la aplicación de pintura y acabados, asegurando la calidad y presentación de los elementos producidos. El proceso de aprovechamiento y desarrollo de alternativas de manera resumida se describe a continuación:

Tabla 1. Elaboración de maceteras artesanales.

Proceso detallado para la elaboración de macetas artesanales utilizando llantas recicladas.

Selección del material: Se tomó como materia prima llantas en buen estado o estado aprovechable, que no presenten agujeros en la parte interna ni externa, sin hilos filamentosos y de tamaño adecuado para la maceta que se desea fabricar.



Lavado y desinfección: Se utilizó agua a presión para remover partículas de suciedad de las partes internas y externas de la llanta. Luego, se aplicó desinfectantes y jabones para eliminar bacterias y otros microorganismos que puedan estar presentes en la superficie de la llanta.



Corte: Se inició el proceso de corte retirando la parte radial de la llanta para un manejo más adecuado. Para ello, se utilizó herramientas como sierras, seguetas y cuchillos, para realizar los cortes necesarios en la llanta.



Unión de piezas: Se utilizaron tornillos y arandelas para unir las piezas de la llanta cortada y dar forma a la maceta. Se procedió a abrir agujeros con un taladro para poder ajustar las tiras o láminas provenientes de otras partes de la llanta y así formar la estructura de la maceta. Finalmente, se agregó accesorios como manos y pies, también cortados y elaborados a partir de la llanta, para darle un toque más decorativo y funcional a la maceta.



Pintura y acabados: Se seleccionó pinturas y tintes de máxima durabilidad, como pintura de aceite y laca permanente, que puedan resistir la exposición al sol y al agua. Se aplicó de manera uniforme sobre la superficie de la maceta, asegurándose de cubrir completamente todas las áreas. Por último, se dejó que la pintura se secase completamente antes de utilizar o exhibir la maceta artesanal.



Innovación cultural y diseño

El proyecto no solo se centró en la elaboración de macetas funcionales, sino también en transmitir expresiones culturales mediante su diseño, inspirándose en las tradiciones del pueblo indígena Kamëntsa. Cada macetera representa elementos de la indumentaria típica de los taytas y mamitas, destacando la importancia de preservar y compartir la riqueza cultural del resguardo indígena a través de elementos decorativos. Según Olaya Guarín (2016), fomentar una cultura de reciclaje que integre aspectos culturales fortalece el impacto positivo de los proyectos sostenibles, conectando dimensiones ambientales, sociales y culturales.

El potencial de reciclaje que ofrecen las llantas usadas es amplio, ya que su reutilización contribuye a prevenir su quema en espacios abiertos y su acumulación en vertederos, prácticas que generan un alto impacto ambiental. Según Ramírez Polo *et al.*, (2020), un buen manejo de estos residuos no solo reduce el daño ambiental, sino que también promueve una visión de cuidado del entorno, ofreciendo alternativas creativas y sostenibles.

El desarrollo de mecanismos para la economía circular y la implementación de estrategias para la reutilización de llantas abre nuevas oportunidades a nivel familiar, institucional e industrial. Estas iniciativas no solo favorecen la gestión sostenible de los recursos, sino que también estimulan la economía local. Como señala Olaya Guarín (2016), fomentar una cultura de reciclaje que involucre a toda la comunidad, incluidos estudiantes y organizaciones, es clave para alcanzar metas sostenibles que aborden problemas de salud pública y reduzcan el impacto ambiental. En este contexto, las llantas inservibles pueden ser aprovechadas en la elaboración de productos decorativos y la recuperación de espacios ambientales.

Más allá de la funcionalidad, el proyecto exploró procesos de diseño y acabados que permitieran representar diversos modelos con expresiones estéticas únicas como símbolos y gestos representativos. En particular, se otorgó un enfoque especial a plasmar elementos de la indumentaria tradicional Kamëntsa a través del arte de la pintura. Este aspecto tuvo como finalidad dar a conocer y preservar, en alguna medida, las costumbres tradicionales de esta comunidad indígena. Cada diseño elaborado representa una oportunidad para honrar y compartir la riqueza cultural Kamëntsa, resaltando la belleza de sus vestimentas y accesorios típicos.

Conclusiones.

El diagnóstico del manejo de residuos en Sibundoy evidenció que las motocicletas son las mayores generadoras de llantas desechadas debido a su uso intensivo como medio de transporte en zonas con restricciones viales, lo cual se ve agravado por la limitada calidad de las carreteras y las condiciones climáticas de la región que aceleran el desgaste de los neumáticos y contribuyen significativamente a su acumulación como residuos.

La alta generación de residuos de llantas en Sibundoy está vinculada al uso intensivo de vehículos de transporte público que recorren rutas diarias, tanto urbanas como intermunicipales; sin embargo, una parte significativa de estas llantas es reutilizada en función de su estado y tiempo de uso, destinándose principalmente a la construcción de muros de contención y a la elaboración de productos artesanales, lo que demuestra un aprovechamiento parcial de estos residuos.

La reutilización de llantas desechadas en la construcción de muros de contención y la elaboración de productos artesanales como macetas, muebles y juegos infantiles fomenta la economía circular y reduce significativamente la cantidad de residuos enviados a vertederos, promoviendo una gestión más sostenible.

El proyecto combinó funcionalidad y cultura al elaborar macetas que reflejan las tradiciones del pueblo Kamëntsa, destacando la preservación y difusión de su riqueza cultural a través del diseño decorativo.

Referencias

- Alvarez, H. A., Beltrán, L. F., Cañón, S. N., Leó, I. S., & Ruiz, Y. (2013). Diseño de un proceso de recolección y tratamiento de llantas usadas en bogotá d.c. <https://n9.cl/8dtu3>
- Aguilar Pacheco, J. D. (2023). *Contaminación ambiental por la inadecuada gestión de llantas usadas por el parque automotor del municipio de Villavicencio-Meta, Colombia* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
- Bernal-Figueroa, A. A., Rocha Gil, Z. E. y Buitrago-Ramírez, L. P. (2021). Gestión de llantas usadas en municipios de baja complejidad de la Provincia Centro del departamento de Boyacá, Colombia. *Mutis*, 11(2), 96-108. <https://doi.org/10.21789/22561498.1767>
- Basic, R., Milicevic, I., Tanja, K., & Atrukar, K. (2018). Caucho reciclado como reemplazo de agregados en el concreto autocompactante: descripción general de la literatura. *Pub Med*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30223478/>
- El Comercio. (4 de octubre de 2013). Continental impulsa el arte de transformar llantas. <https://www.elcomercio.com/carburando/continental-impulsa-arte-transformar-llantas.html>
- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Merino, M., Merino, J. y Quimbiulco, D. (2020). Muebles artesanales a base de neumáticos reciclados: análisis de viabilidad para su elaboración y comercialización. *ECA Sinergia*. doi:https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v11i2.2358
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Neumáticos: ¿Qué son los neumáticos fuera de uso (NFU)?*. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestionresiduos/flujos/neumaticos.html>
- Olaya Guarín, L. M. (2016). *Problemática y reciclaje de llantas: experiencia exitosa en la problemática y reciclaje de llantas en el municipio de Apulo* [Ensayo, Universidad Militar Nueva Granada].
- Paucar, B. F., & Tacuri, L. S. (2015). Estudio de las condiciones que generan un desgaste anormal de los neumáticos radiales para vehículos pesados que impiden su reutilización como base para reencauche. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7975/1/UPS-CT004843.pdf>

- Palacios Bucheli, V. J. y Barrientos Fuentes, J. C. (2014). Caracterización técnica y económica de los agrosistemas de producción en dos resguardos indígenas del Putumayo (Colombia). *Acta Agronómica*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/40423>
- Patiño, L. V. y Rodríguez Ramos, M. A. (2017). Llantas usadas: materia prima para pavimentos y múltiples ecoaplicaciones. *Revista Ontare*, 5, 73-114.
- Peñaloza López, V. y Cisneros Razo, M. (2022). Análisis económico de productos a partir de reciclados. Caso: recicladora verde neumático. *Res Non Verba*, 12(1), 158-176. doi:<https://doi.org/10.21855/resnonverba.v12i1.618>
- Ramírez Polo, L. E., Betancourt Martínez, D. V., Rodríguez Anteliz, J. D. y González Pérez, J. C. (2020). Análisis de la generación, disposición y efectos ambientales de las llantas usadas de vehículos de pasajeros en dos localidades de Barranquilla. *INGE CUC*, 16(1), 67-79. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/2401/2575>
- Symeonides , D., Loizia, P. y Zorpas , A. (2019). Tire Waste Management System in Cyprus in the Framework of Circular Economy Strategy. *Environmental Science and Pollution Research International*, 26(35), 35445-35460.

Agradecimientos

A las especialistas Mónica Maricel Cuellar Tonguino, y Anyuri Maribel Duarte Goyes. También a la magister Adriana Guerra Acosta. Todas son un ejemplo a seguir, gracias por inculcar en nosotros el bonito proceso de la investigación, por transmitirnos sus conocimientos y la excelente forma de enseñar desde primer semestre, gracias a sus consejos de profesional hemos mejorado y hemos aprendido bastante, lo cual nos servirá para toda la vida. Infinitas gracias por ser partícipe en este logro.

Potencial conflicto de intereses.

Los autores hacen constar que el manuscrito se preparó y revisó con la participación de ambos y declaramos que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los datos presentados.

1 Instituto Tecnológico del Putumayo sub sede ampliación Colón. Ingeniera Ambiental, Sibundoy, Colombia. Hernandomaigual2020@itp.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6174-4027>. Google scholar: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=LRbTN3AAAAAJ>

2 Instituto Tecnológico del Putumayo sub sede ampliación Colón. Ingeniera Ambiental, Sibundoy, Colombia. correo electrónico institucional: Elklinsigindioy2020@itp.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9791-086X>. Google scholar: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=DyqZESUAAAAJ>

3 Especialista. Instituto Tecnológico del Putumayo sub sede ampliación Colón. Ingeniera Ambiental, Sibundoy, Colombia. correo electrónico institucional: anyuri.duarte@itp.edu.co. ORCID:

<https://orcid.org/0009-0002-6159-5581>.

Google

scholar:

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=ZODspd0AAAAJ>

4 Especialista. Instituto Tecnológico del Putumayo sub sede ampliación Colón. Ingeniera Ambiental, Sibundoy, Colombia. correo electrónico institucional Monica.cuellar@itp.edu.com. ORCID:

<https://orcid.org/0009-0003-8810-9552>.Google

scholar:

https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=XwYbuK8AAAAJ&view_op=list_works

Para citar este artículo: Maigual Quinchoa, H. L., Sigindioy Chindoy, E. U., Duarte Goyes, A. M., & Cuellar Tanguino, M. M. (2024). Alternativas sostenibles a partir de los residuos tipo llantas en la zona urbana del municipio de Sibundoy, Putumayo. *Revista Luna Azul*, **58**, 74-85. <https://doi.org/10.17151/luaz.2024.58.5>

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](#)



Código QR del artículo

