

**Evaluación de la gestión de los residuos sólidos aprovechables en el casco urbano
del municipio de Piendamó, Cauca**



Jorge Patiño Sandoval

Corporación Universitaria Autónoma del Cauca
Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Popayán – Cauca
2025

**Evaluación de la gestión de los residuos sólidos aprovechables en el casco urbano
del municipio de Piendamó, Cauca**



Jorge Patiño Sandoval

Trabajo de grado modalidad pasantía para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director:

Edwin Fernando Sarria Gaviria

Ingeniero Ambiental y Sanitario

Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales

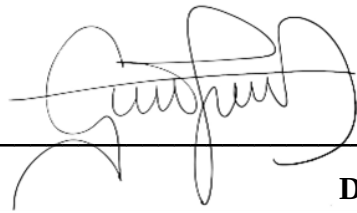
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

Popayán – Cauca

2025

Nota de Aceptación

Hacemos constar que el presente trabajo de grado titulado “*Evaluación de la gestión de los residuos sólidos aprovechables en el casco urbano del municipio de Piendamó, Cauca*” ha sido evaluado y aprobado por la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, como requisito para optar por el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario.



Director.

Edwin Fernando Sarria Gaviria



Jurado 1.

Carlos Felipe Uribe



Jurado 2.

Diana Milena Muñoz Solarte

Popayán, 2025

Dedicatoria

Inicialmente, dedico este trabajo de grado a mis padres y hermanos, los cuales con su amor, paciencia y perseverancia me ayudan a seguir y alcanzar mis metas personales y profesionales, que son el motor y el motivo por el cual doy lo mejor de mi para llevar a cabo todos mis proyectos y con su apoyo me ayudan cada día a avanzar en todo aquello en lo que dispongo de empeño y sacrificio, a mis amigas y amigos, quienes con sus consejos y amor, me acompañaron en este proceso universitario incitándome a esforzarme cada día para culminar mi camino profesional, además, de la compañía espiritual de quienes ya no están en forma física, puesto que me incitan a no desfallecer jamás.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco Dios por brindarme todas las herramientas tanto personales como espirituales para llevar a cabo los proyectos emprendidos de la mejor manera y ser guía en todos los procesos académicos y personales, a mis padres y hermanos por ser mi apoyo incondicional y depositar en mí, toda la confianza para alcanzar las metas propuestas siendo mis guías al estar presentes incondicionalmente en todo este proceso.

Agradecer de manera genuina a los docentes del programa de ingeniería ambiental y sanitaria por todo el aprendizaje brindado junto con su apoyo y dedicación durante todo el proceso educativo, dejando una huella positiva en mi formación profesional y personal.

Tabla de contenido

Resumen.....	11
Abstract	12
Introducción	13
Capitulo I. Problema	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Justificación.....	16
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.3.2. Objetivos Específicos	18
Capitulo II. Marco teórico o referentes conceptuales	19
2.1 Antecedentes	19
2.2 Bases teóricas	23
2.3 Normatividad.....	24
Capitulo III. Metodología	25
3.1. FASE 1. Diagnóstico de las condiciones iniciales de la gestión de residuos sólidos aprovechables.....	26
3.1.1. Actividad I. Caracterización de residuos aprovechables generados en el municipio..	26
3.1.2. Actividad II. Identificación de puntos críticos.	28
3.1.3. Actividad III. Censo a recicladores.	29
3.1.4. Actividad IV. Levantamiento de información en campo.	29
3.2. FASE 2. Valoración del sistema de recolección de residuos sólidos actual.	30
3.2.1. Actividad I. Revisión del plan de recolección de residuos sólidos actual.....	30
3.2.2. Actividad II. Análisis de la situación actual de la gestión de residuos sólidos aprovechables.	31
3.2.3. Actividad III. Recopilación documental.	32
3.3. FASE 3. Diseño de una alternativa para la gestión integral de residuos sólidos aprovechables.....	33
3.2.1. Actividad I. Propuesta de la ruta selectiva de residuos aprovechables.	33

3.3.2. Actividad II. Planteamiento de criterios para estrategias que promuevan la sostenibilidad de la ruta selectiva.	33
3.3.3. Actividad III. Formulación de estrategias.	33
Capítulo IV. Resultados y discusión.....	34
4.1. FASE 1. Diagnóstico de las condiciones iniciales de la gestión de residuos sólidos aprovechables.....	34
4.1.1. Actividad I. Caracterización de residuos aprovechables generados en el municipio..	34
4.1.2. Actividad II. Identificación de puntos críticos.	40
4.1.3. Actividad III. Censo a recicladores.	47
4.1.4. Actividad IV. Levantamiento de información en campo.	63
4.2. FASE 2. Valoración del sistema de recolección de residuos sólidos actual.	67
4.2.1. Actividad I. Revisión del plan de recolección de residuos sólidos actual.....	67
4.2.2. Actividad II. Análisis de la situación actual de la gestión de residuos sólidos aprovechables.	70
4.2.3. Actividad III. Recopilación documental.	73
4.3. FASE 3. Diseño de una alternativa para la gestión integral de residuos sólidos aprovechables.....	76
4.3.1. Actividad I. Propuesta de la ruta selectiva de residuos aprovechables.	76
4.3.2. Actividad II. Planteamiento de criterios para estrategias que promuevan la sostenibilidad de la ruta selectiva.	79
4.3.3. Actividad III. Formulación de estrategias	79
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones	84
5.1. Conclusiones	84
5.2. Recomendaciones.....	85
Referencias.....	87
Anexos	93

Lista de Tablas

Tabla 1. Normatividad	24
Tabla 2. Tipos de residuos para la separación en la fuente.....	27
Tabla 3. Clasificación de puntos críticos	29
Tabla 4. Matriz de evaluación de programas	31
Tabla 5. Criterios de inclusión y exclusión.....	32
Tabla 6. Tipo de residuos aprovechables recolectados.	35
Tabla 7. Residuos sólidos aprovechables por sectores.	36
Tabla 8. Residuos aprovechables caracterizados mediante el cuarteo.	36
Tabla 9. Datos para producción per cápita.....	37
Tabla 10. Residuos sólidos generados en la cabecera municipal de Piendamó.	39
Tabla 11. Puntos críticos encontrados en la cabecera municipal.	41
Tabla 12. Censo bodegas de reciclaje.	62
Tabla 13. Tabla de frecuencia de recolección.....	67
Tabla 14. Sistema de recolección.....	69
Tabla 15. Diligenciamiento matriz de evaluación PGIRS	71
Tabla 16. Formulación de estrategias.	80

Lista de Figuras

Figura 1. Esquema metodológico.	25
Figura 2. Recolección de residuos aprovechables en diversos sectores.	34
Figura 3. Método de cuarteo para caracterización de residuos.	35
Figura 4. Porcentaje de residuos aprovechables caracterizados.	37
Figura 5. Mapa de ubicación de puntos críticos en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.	40
Figura 6. Limpieza de puntos críticos durante recorrido de recolección de RSU.	47
Figura 7. Recicladores de oficio en el casco urbano de Piendamó, Cauca.	48
Figura 8. Género, cabeza de hogar y estrato del reciclador/a.	49
Figure 9. Edad.	50
Figura 10. Nivel educativo.	51
Figura 11. ¿Cuenta con bodega de almacenamiento de material reciclable?	52
Figura 12. Tiempo, días y trabajos alternos con respecto al reciclaje.	53
Figura 13. Panorama de la comunidad y apoyo institucional respecto al reciclaje.	55
Figura 14. Medio de transporte y materiales recogidos respecto al reciclaje.	56
Figura 15. Ingresos por labor de reciclaje al mes.	57
Figura 16. Modo de recolección de material reciclable.	58
Figura 17. Impacto y educación ambiental relacionado a labor de reciclaje.	59
Figura 18. Apoyo y aspiraciones consideradas por parte del reciclador/a.	60
Figura 19. Censo a recicladores de oficio.	61
Figura 20. Censo de bodegas de reciclaje.	63
Figura 21. Información sobre tipo de residuos y separación en la fuente.	64
Figura 22. Disposición y generación de residuos.	65
Figura 23. Conocimiento sobre disposición final de los residuos generados.	66
Figura 24. Ruta 1 – Lunes y Jueves.	68
Figura 25. Ruta 2 – Martes y Viernes.	68
Figura 26. Vehículos recolectores de residuos sólidos urbanos RSU.	70
Figura 27. Criterios de diseño de ruta selectiva.	74
Figura 28. Sostenibilidad de la ruta.	74
Figura 29. Separación en la fuente.	75
Figura 30. Propuesta ruta selectiva 1.	77

Figura 31. Propuesta ruta selectiva 2.	77
Figura 32. Jornada de sensibilización en instituciones.	82
Figura 33. Jornada de sensibilización en juntas de acción comunal.	82
Figura 34. Jornada de sensibilización en sector comercial.	83

Lista de anexos

Anexo 1. Lista de chequeo para puntos críticos.	93
Anexo 2. Censo a recicladores.	94
Anexo 3. Censo bodegas de reciclaje.	97
Anexo 4. Encuesta poblacional.	99
Anexo 5. Guía de separación en la fuente de residuos sólidos.	100
Anexo 6. Infografía puntos críticos.	100

Resumen

La generación de residuos sólidos en el mundo a causa de las actividades humanas en conjunto con el crecimiento poblacional ha llevado a un incremento de los mismos y el inadecuado manejo de estos impacta de forma negativa los recursos naturales y la salud humana, por consecuencia, se ha trabajado en mejoras a la gestión de los residuos en distintas áreas y sectores. El presente trabajo consta de una evaluación de la gestión de los residuos sólidos inorgánicos aprovechables en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca construyendo una línea base a través de información registrada en el PGIRS, además de emplear instrumentos metodológicos como encuestas poblacionales, censos a recicladores, listas de chequeo y matrices para la obtención de información con el fin de apoyar el objetivo del trabajo. En la primera fase se realiza un diagnóstico de las condiciones iniciales en que se encuentra el manejo de los residuos inorgánicos potencialmente reciclables. En una segunda fase se valora e identifica la situación actual en cuanto al sistema de recolección de los residuos sólidos que se generan en el casco urbano. Posteriormente, en la fase tres se propone una alternativa para el manejo de residuos sólidos inorgánicos aprovechables, la cual concluyó en la formulación de una ruta selectiva para la recuperación del material con características reciclables que permita una reducción en el volumen de los residuos que se disponen en el relleno sanitario, fomentar una cultura enfocada en separación en la fuente y mitigar los impactos que el mal manejo de los residuos generan sobre el medio ambiente y la salud de las personas.

Palabras clave: Residuos sólidos inorgánicos, separación en la fuente, aprovechamiento, ruta selectiva.

Abstract

The generation of solid waste in the world due to human activities together with population growth has led to an increase in the same and the inadequate management of these negatively impacts natural resources and human health, consequently, work has been done on improvements to waste management in different areas and sectors. This work consists of an evaluation of the management of recyclable inorganic solid waste in the municipal capital of Piendamó, Cauca, building a baseline through information registered in the PGIRS, in addition to using methodological instruments such as population surveys, censuses to recyclers, checklists and matrices to obtain information in order to support the objective of the work. In the first phase, a diagnosis of the initial conditions in which the management of potentially recyclable inorganic waste is found is carried out. In a second phase, the current situation is assessed and identified regarding the collection system of solid waste generated in the urban area. Subsequently, in phase three, an alternative is proposed for the management of recyclable inorganic solid waste, which concluded with the formulation of a selective route for the recovery of material with recyclable characteristics that allows a reduction in the volume of waste disposed of in the landfill, promotes a culture focused on separation at source and mitigates the impacts that poor waste management generates on the environment and people's health.

Keywords: Inorganic solid waste, separation at source, recycling, selective route.

Introducción

La gestión de residuos sólidos es un tema donde se involucran diversos sectores a nivel universal y a medida que la población humana crece, la generación de residuos sólidos aumenta linealmente [1]. La gestión integral de los residuos sólidos, hace referencia a todo tipo de manejo y actividades dadas a los residuos, otorgando un destino óptimo teniendo en cuenta el sector ambiental, las características físicas, volumen, costos, fuente de generación, tratamientos, nivel de recuperación, aprovechamiento, comercialización y por último, disposición final [2]. Por lo tanto, este tipo de gestión busca de cierta forma, transformar continuamente la cultura de control y eliminación de los desechos a alternativas más prácticas y sostenibles en los procesos de producción y consumo.

De acuerdo a un informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) [3], se prevé que haya un aumento en la generación de residuos sólidos de 2300 millones de toneladas a 3800 millones de toneladas del año 2023 al 2050; además, los costos de la gestión mundial de los residuos, para el año 2020 se estimó en 2500 millones de dólares, esto, sin tener en cuenta costos indirectos como el cambio climático, insalubridad y en ocasiones las malas prácticas en el manejo y eliminación de los desechos, los cuales elevan este valor a 3800 millones de dólares. De este modo, si no se mejoran los métodos relacionados a la gestión de residuos sólidos de manera inminente, se estima que para el año 2050 estos valores aumentarían hasta 640300 millones de dólares.

El inadecuado manejo que se le ha venido dando a los desechos ha ocasionado impactos ambientales tales como contaminación de océanos, oclusión de sistemas de desagüe originando inundaciones, producción de vectores por la acumulación de residuos transmitiendo enfermedades que atentan sobre la salud pública, entre muchas otras problemáticas sociales, culturales, económicas y ambientales. Además, la urbanización acelerada en conjunto con el crecimiento demográfico, promueve la creación de asentamientos poblacionales más grandes, lo que dificulta los procesos y tratamientos dados al sistema y servicio de recolección de los residuos sólidos [4].

Para mitigar los impactos ambientales ocasionados por el mal manejo dado a los residuos sólidos, es de suma importancia enfocarse en los procesos y alternativas de aprovechamiento, los cuales adopten dentro de sus actividades el sistema de economía circular, transformando el sistema actual de consumo siendo este más sostenible y agradable con el medio ambiente [5].

De acuerdo con lo anterior, una estrategia de aprovechamiento para minimizar los residuos sólidos y sus efectos en campos socioambientales, es evaluar la potencialidad reciclable y recuperable que pueden llegar a tener algunos RS de acuerdo a sus características, composición y fuente de generación [6]. Por lo tanto, en el presente trabajo, se busca formular una alternativa de solución que permita disminuir las dificultades presentes en cuanto a la gestión de los residuos sólidos, llevando a cabo una evaluación al manejo dado a los residuos sólidos en el municipio de Piendamó, Cauca, especialmente en aquellos donde su potencial reciclable sea alto, enfocándose en la separación en la fuente y generando cultura y sensibilización en cuanto al uso correspondiente a los residuos.

Capítulo I. Problema

1.1. Planteamiento del problema

La generación de residuos sólidos ha estado en constante incremento debido al crecimiento continuo tanto poblacional como industrial, los cuales llevan a cabo múltiples riesgos sobre el medio ambiente [7]. Estas problemáticas ambientales son ocasionadas por aspectos e impactos ambientales producidos por diversos sectores, que, en casos extremos, pueden llegar a ser irreversibles y así mismo, su mal administración permite la proliferación de plagas y enfermedades [8].

De acuerdo al documento presentado por la Asamblea de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente, en su sexto periodo de sesiones (Unea-6) informa, como a nivel global, la producción de residuos sólidos está en aumento con el pasar de los años y además, se suma el hecho de que se ha sido incapaz de gestionarlos correctamente; siendo así, que el tan solo el 9% de todos los residuos plásticos son reciclados, el 17% se incineran y el 46% de los mismos llegan a vertederos [9].

En Colombia, de los rellenos sanitarios existentes, el 13,5% ya cumplió su vida útil, un 21,8% están próximos a caducar, a un 29,1% le quedan de tres a diez años de funcionamiento y un 35,6% aún conserva una extensión de uso de más de una década [10]. Además, la mayoría de los residuos sólidos aprovechables van a rellenos sanitarios o botaderos a cielo abierto y, por tanto, siguen un ciclo lineal y no circular, como debería ser. Se estima que en el país la generación anual de residuos sólidos alcanza los 11,6 millones de toneladas y tan solo el 17% de estos se recicla [10].

Para el año 2020, según datos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en Colombia se depositaban alrededor de 32580 toneladas /día de residuos sólidos, lo que registró un aumento del 0.89% respecto al año anterior [11].

En el departamento del Cauca, se generan aproximadamente 280000 toneladas de residuos anualmente, en donde la gestión de estos residuos en los rellenos sanitarios del territorio, es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo al 34% del total de los mismos, así también, es de destacar que el 42% de los hogares entregan sus residuos recolectados a los prestadores del servicio de aseo, el valor restante, queman, vierten a fuentes hídricas o los eliminan de otra forma; todas estas prácticas inadecuadas de disposición de los

residuos, contribuyen a un 16% de las emisiones de GEI en el sector [12]. Todo refleja las limitaciones abordadas al momento de llevar a cabo las prácticas e implementación de los planes de gestión integral de residuos sólidos en el departamento Caucaño por parte del sector institucional.

La empresa EMPIENDAMO ESP es la encargada de la recolección y transporte de los residuos sólidos ordinarios producidos en el municipio de Piendamó-Tunía del departamento del Cauca donde, articulados con un grupo de recicladoras “Revivo tierra limpia”, cumplen con la función de realizar el acopio de los desperdicios que pueden volver a utilizarse para su respectivo aprovechamiento, sin embargo, no existe una ruta selectiva que optimice el manejo de este tipo de residuos para el mejoramiento de la calidad ambiental en el municipio, reducción en el riesgo de alcanzar la vida útil del relleno sanitario y además, es una exigencia por parte de las corporaciones regionales para llevar a cabo tales funciones de recolección.

Con base en lo anterior, y, en búsqueda de mantener al margen lo solicitado por las corporaciones ambientales, mejorar las condiciones socioeconómicas y de acopio para la comunidad recicladora y en pro de preservar y fomentar el cuidado del medio ambiente, en el presente trabajo, modalidad pasantía, se apoyará en los programas de aprovechamiento, recolección y transporte del plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS), con la formulación de una alternativa que dé solución a los desafíos que corresponden a la gestión de los residuos sólidos focalizándose en el aprovechamiento del material residual inorgánico con alto potencial reciclable, en la cabecera del municipio de Piendamó, Cauca.

1.2. Justificación

El manejo de los residuos sólidos se ha convertido en un reto para los países, ciudades y regiones debido al crecimiento poblacional existente hoy en día y aún más en aquellos que se encuentran en vía de desarrollo, puesto que la urbanización aumenta a medida del tiempo y demanda una mayor cobertura de servicios a la población por la exagerada generación de residuos que la situación conlleva [13].

Los problemas ocasionados por las actividades humanas requieren de la implementación de estrategias que permitan solucionar o minimizar los impactos ambientales, es así, como la gestión ambiental juega un papel importante en la protección del medio ambiente y preservación de la salud humana, en donde los residuos sólidos son uno de los asuntos con mayor relevancia

en las regiones debido a la gran generación por el constante crecimiento poblacional. Además, se debe tener en cuenta los altos costos que conlleva realizar las actividades del servicio de aseo para una ciudad y/o municipio considerando los manejos técnicos y tecnológicos que demanda la prestación de tal servicio [14].

En la cabecera municipal de Piendamó, Cauca, se requiere de una óptima administración y actividades que fortalezcan el control de los residuos sólidos producidos, los cuales permitan minimizar las problemáticas ambientales, sociales y culturales presentadas por los malos hábitos acogidos durante mucho tiempo, acompañado del aumento en el desarrollo de la región.

Dentro del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Piendamó, actualizado en el año 2019 [15] se encuentran los programas necesarios para llevar a cabo la recolección y transporte de residuos sólidos, sin embargo, actualmente, el municipio contiene algunas falencias en cuanto a la gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos, puesto que no están ejecutando actividades correspondientes al manejo adecuado del material residual aprovechable.

Conforme a lo mencionado, mediante el desarrollo de esta pasantía, se busca elaborar una alternativa que permita mejorar el uso y manipulación en cuanto a la recolección y separación en la fuente, y así, reducir el material depositado en el relleno sanitario, minimizar costos y recursos al transportar menos peso de residuos e invertirlos en buenas prácticas ambientales dentro de la región y servir como apoyo en la generación de empleo en el municipio al ser un proceso de trabajo articulado con recicladores de la zona siendo de ayuda para el sustento económico de muchas familias que dependen netamente de esta labor y permitir un mejor desarrollo adquisitivo y social del municipio para este gremio y todo lo relacionado; además de favorecer al medio ambiente, disminuyendo riesgos en cuanto a los impactos ambientales y en salubridad que pueden llegar a ocasionar el manejo inadecuado de estos residuos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la gestión de los residuos sólidos aprovechables en el casco urbano del municipio de Piendamó, Cauca.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones iniciales de la gestión de residuos sólidos aprovechables, en la cabecera del municipio de Piendamó, Cauca.
- Valorar el sistema de recolección actual de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.
- Diseñar una alternativa para la gestión integral de residuos sólidos aprovechables en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.

Capítulo II. Marco teórico o referentes conceptuales

2.1 Antecedentes

El manejo integral de los residuos sólidos en el transcurso de las últimas décadas se ha ido adaptando a las necesidades que presentan en regiones, municipios, entidades, empresas y demás organizaciones. El correcto manejo a los residuos tiene un valor importante en cuanto a la gestión ambiental y regulación de la materia, aplicándose en diversas actividades que se asocian al control de los residuos generados. Debido a la disposición poco acertada de los desechos en lugares no aptos para tal fin, los municipios se vieron en la obligación de presentar y aplicar sistemas de recolección para manejar de una mejor manera, estos residuos [16]. De acuerdo con normativas colombianas, se han dispuesto reglas para el adecuado manejo de los residuos sólidos y desperdicios, sin embargo, en la práctica, muchos de los municipios siguen realizando una gestión de estos, de forma inadecuada [14]. A continuación, se realiza un análisis de antecedentes en distintas investigaciones, donde permitirá abarcar una perspectiva más precisa en cuanto a estudios realizados a nivel internacional, nacional y regional referente a la problemática identificada.

Dentro del contexto internacional, existen investigaciones teóricas realizadas en países europeos basado en estudios de caso enfocados en los sistemas de información geográfica, usando una metodología orientada en tecnología Web-GIS la cual consiste en un sistema de acceso a internet para cumplir funciones tales como adquirir, almacenar, analizar y mostrar datos relacionados con usuarios y ubicaciones, donde a partir de esto, se analizó críticamente las experiencias obtenidas en dos estudios llevados a cabo en Italia principalmente y dos extraeuropeos, con dicha tecnología. En Italia, se evidenció un alto grado de eficiencia, puesto que, de los residuos generados, se obtuvo una optimización y mejora en la separación en la fuente, obteniendo un 80% de material para actividades a fines al reciclaje; en cambio, los otros dos estudios de caso en países extraeuropeos, siendo estos, Malasia y China, solo hicieron esta implementación a escala piloto. Sin embargo, la adopción de sistemas Web-GIS para países de bajos ingresos se torna complejo, debido a factores que lo limitan. Aun así, el sector TIC, a medida de su evolución, ha logrado demostrar disminución de costos al momento de implementarlos sobre estos escenarios [17].

Por otro lado, en otras investigaciones, se analizaron dentro de un contexto de baja tecnología, distintos algoritmos sobre sistemas de ruta de recolección de residuos sólidos urbanos en una metrópolis de la India, en donde se tuvieron en cuenta dos enrutamientos con el fin de observar, cuál de estas requería de menor tiempo y costos para así, evaluar su efectividad. Por lo general en una ciudad, las fuentes de residuos sólidos son dispersas de manera múltiple por toda la ciudad, lo que conlleva en alzas de costos en las actividades de recolección y transporte en el servicio de aseo y gestión de residuos sólidos. Por lo tanto, el artículo está basado en la propuesta de un esquema de ruta de recolección que permita minimizar la longitud haciéndolas óptimas. El estudio mostró un rendimiento significativo en cuanto a la reducción de costos y tiempo hasta de un 30% en las actividades de recolección y transporte de los residuos [18].

En esa misma línea, Solar Olivares [19] llevó a cabo un estudio abarcando la inclusión de recolectores informales de residuos dentro de los procesos de sostenibilidad en sistemas de gestión formal; en donde por medio de un análisis de la historia en cuanto al recorrido que han tenido los recicladores a lo largo del tiempo, dando a conocer la dignificación de las personas que realizan estas actividades de reciclaje en países europeos. Se afirma como a medida que avanzan los años, algunos gobiernos a causa de presiones por sectores sociales han capacitado, ayudando, organizando y logrando modelos de inclusión que permitan luchar en contra de la exclusión. Este estudio también permitió corroborar, como los modelos de gestión de residuos sólidos municipales inclusivos orientados al Zero Waste (Basura Cero), son realmente aplicables independientemente de cuál sea el contexto; así como la labor de los recicladores al contribuir en la economía circular sostenible y la mitigación en la generación de residuos al mejorar el sistema de recolección.

Así mismo, en América Latina, hubo un estudio en el cual, se creó una herramienta con el fin de simular los costos e ingresos que puede abarcar las actividades de reciclaje, comprendiendo recolección, transporte, clasificación acopio y embalaje del material reciclable, teniendo en cuenta la inclusión de recicladores de oficio y su participación en los distintos escenarios aplicándose en escala piloto en 7 municipios de Latinoamérica. La herramienta consiste en un Excel, empleada y dominada principalmente por los municipios, quienes son responsables de asegurar la prestación de servicios, y en muchos casos, potenciales contribuyentes con relación al aporte de recursos económicos; también en esta herramienta se involucran las asociaciones de recicladores y empresas prestadoras del servicio de aseo urbano ya sean públicas o privadas, en la que se detallan

la cantidad de recursos físicos y humanos que requiera la actividad de reciclaje según su contexto y los costos de los mismos. Se concluyó, finalmente la efectividad de la herramienta al momento de planear y negociar cuando existen iniciativas para la implementación y establecimiento de cambios en los sistemas de recolección tanto para los residuos mixtos, como para los materiales reciclables; permitiendo así, identificar oportunidades de mejora para las ciudades y/o municipios estudiados [20].

De acuerdo con el panorama nacional, se presentan gran variedad de investigaciones y estudios prácticos sobre alternativas que impulsan a propuestas enfocadas a la gestión de residuos sólidos aprovechables, de las cuales se encontró el diseño de una ruta de recolección de residuos aprovechables como apoyo a una organización de recicladores en la ciudad de Tunja, ubicado en el departamento de Boyacá, en donde se realizó un seguimiento a asociaciones de recicladores y caracterización de barrios. En el estudio se obtuvo información acerca de los lugares críticos tanto para recicladores formales como informales con el fin de realizar dicho diseño, ya que no cuentan con una ruta de selección que permita que la actividad de reciclaje se lleva a cabo de manera eficiente, logrando a su vez, el manejo adecuado y controlado de los residuos sólidos, minimizando las problemáticas ambientales ocasionadas por los desechos. Al finalizar, se logró optimizar de forma efectiva y con mayor recolección de material reciclable en las rutas selectivas en distintos barrios de la ciudad de Tunja, donde también se fortalecieron las debilidades presentadas en el proceso de recolección de los residuos sólidos aprovechables tanto para las asociaciones de recicladores como para los informales [21].

De la misma manera, demás estudios nacionales aportan información sobre la gestión de los residuos sólidos domiciliarios, como es el caso de una investigación realizada en la ciudad de Villavicencio, en el cual se realizó un análisis situacional desde distintos grupos de interés tales como empresas, estado y comunidad, por medio de encuestas, entrevistas y obtención de información secundaria, para establecer de este modo, aspectos críticos como punto inicial para mejorar la gestión de los residuos sólidos y su sostenibilidad. Lo anterior arrojó la debilidad que tiene en cuanto a políticas municipales debido a la poca percepción respecto con las normativas que le competen; sin embargo, los tres actores involucrados coinciden en que el problema se origina principalmente en la comunidad, dando a conocer que las soluciones deben dirigirse en esa dirección. Aun así, es de recalcar que el 88% de la comunidad expresaron la voluntad de participar cooperativamente, evidenciando su necesidad de mejorar en las pautas actuales, para

que futuros proyectos y programas sean viables en gran medida con relación a su participación activa, reconociendo su papel fundamental en estos aspectos [22].

Entre otros estudios, se encuentra el diseño e implementación de una ruta de recolección de residuos aprovechables en la cabecera municipal de Puerto López en el departamento de Meta. Para dar cumplimiento con el desarrollo del trabajo, se llevaron a cabo diagnósticos de las rutas de recolección actuales del municipio, almacenamiento y manejo de datos por medio de sistemas de información geográfica (SIG), con el fin de delimitar las rutas de selección, con lo que se logró articular diversas asociaciones de recicladores fomentando su dignificación y hacer más fácil los procesos de recolección de material reciclable para este sector, representando mayores ingresos con sus asociados, impactando positivamente la calidad de vida de estas personas al momento de permitir recolectar un mayor volumen de residuos potencialmente reciclables fortaleciendo la economía en este sector [23].

Ahora, desde el campo regional, en el departamento del Cauca se han gestionado e implementado como alternativas de solución para abordar la problemática orientada en la gestión de los residuos sólidos, las rutas selectivas de residuos aprovechables. Un ejemplo claro, es en la cabecera municipal de Caldono, donde se llevó a cabo la ejecución de los programas de recolección – transportes pertenecientes al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y en conjunto con dos centros poblados pertenecientes a este municipio, siendo estos Pescador y Siberia, se estudió la gestión de residuos sólidos. Para desarrollar y concretar el trabajo según los objetivos establecidos, se realizó una recopilación de información en cuanto a micro rutas de recolección de residuos sólidos, identificación y limpieza de los puntos críticos presentes en la zona y un análisis situacional acerca del manejo dado a los residuos. Finalmente se obtuvo una línea base de los programas de recolección y transporte del PGIRS, realización de capacitaciones enfocadas en la sensibilización respecto al adecuado manejo de los residuos sólidos y separación de estos conforme a su composición, como parte de la implementación de estrategias para incentivar a buenas prácticas ambientales en zonas rurales y urbanas dentro de sectores educativos y residenciales. Además, evaluando la viabilidad de la ruta de recolección de residuos se logró constatar una disminución en el tiempo de ruteo existente hasta en un 50% [24].

2.2 Bases teóricas

De acuerdo con la temática a trabajar, se apartan los siguientes conceptos con el fin de aclarar términos clave que proporcionen y establezcan conexiones necesarias entre las ideas a explorar a lo largo de este informe para facilitar el entendimiento del presente trabajo.

La Gestión Integral de residuos sólidos, consiste en una herramienta la cual permite, abarcando distintas actividades, manejar y minimizar los residuos sólidos por medio del aprovechamiento, teniendo en cuenta sus características, volumen, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. Estos son denominados **residuos sólidos aprovechables**, que son cualquier material cuyo valor es nulo para su generador, pero es susceptible a su reincorporación en procesos de producción, además, incluye los procesos de tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables. De esta manera se busca reducir la creación de **puntos críticos**, que son aquellos sitios en donde se almacenan de manera incontrolada los residuos sólidos generando afectación y problemas sanitarios propagando vectores y enfermedades. Dentro de los planes de aprovechamiento, están presentes las actividades de los **recicladores de oficio**, quienes son personas que, de manera programada, realizan las actividades de recuperación, recolección, transporte o clasificación de residuos sólidos, con el fin de reincorporarlos nuevamente a un ciclo de producción como materia prima. Un factor importante que facilita el ejercicio de recolección de elementos residuales potencialmente aprovechable, es con la ayuda de una **ruta selectiva de residuos sólidos**, que consiste en un sistema donde es recogido el material generado por los usuarios del servicio público de aseo, cuyo potencial reciclable es alto [25]. De esta forma, se avanza en optar por estrategias aludidas a la **economía circular**, que hace referencia a un modelo de producción y consumo sostenible, el cual se basa en adoptar prácticas que permitan reducir la generación de residuos y en su lugar, extender el ciclo de vida de los mismos, creando también, un valor adicional sobre los productos realizados a partir de esta materia prima reciclada disminuyendo los impactos sobre los recursos naturales, la contaminación y costos en la producción; dejando a un lado el concepto “usar y desechar” instaurado en la economía del presente [26].

2.3 Normatividad

Tabla 1

Normatividad

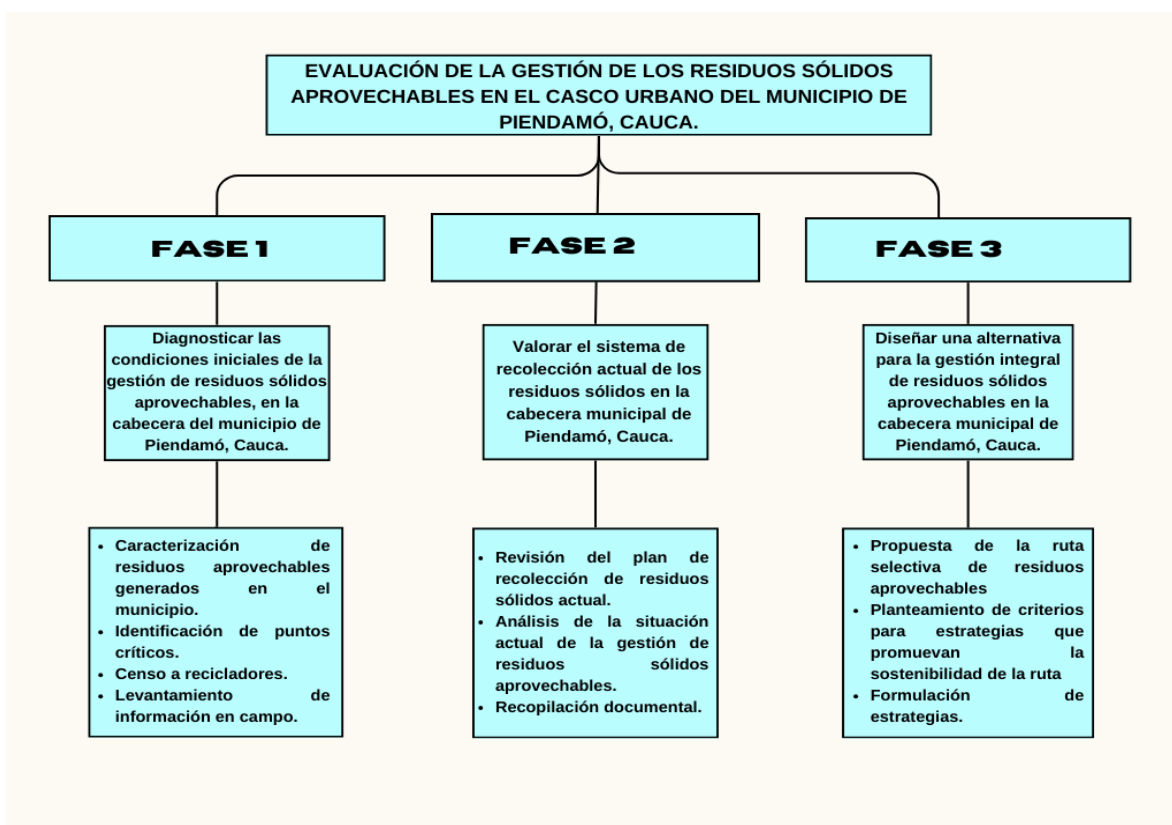
Norma	Descripción	Referencia
Ley 99 de 1991	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	[27]
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	[28]
Resolución 2184 de 2019	Por la cual modifica la resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones.	[29]
Decreto 838 de 2005	Del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y dictan otras disposiciones.	[30]
Decreto 1505 de 2003	Del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos y se dictan otras disposiciones.	[31]
Decreto 596 de 2016	Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones.	[32]
Decreto 2981 de 2013	Por el cual reglamenta la prestación del servicio público de aseo.	[33]
Resolución 0754 de 2014	Por la cual adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.	[34]
Norma Técnica Colombiana GTC 24	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.	[35]

Capítulo III. Metodología

En este capítulo, se describen los procedimientos, técnicas y herramientas a empleadas para desarrollar y dar cumplimiento a los objetivos planteados, con el fin de obtener resultados efectivos y rigurosos.

Figura 1

Esquema metodológico



La metodología que se llevó a cabo comprende tres fases, en las cuales, por medio de actividades asignadas para cada una de estas, se pretende cumplir con la recolección de información adecuada para el desarrollo del presente trabajo.

3.1. FASE 1. Diagnóstico de las condiciones iniciales de la gestión de residuos sólidos aprovechables.

3.1.1. Actividad I. Caracterización de residuos aprovechables generados en el municipio.

Se hizo uso de métodos como la GTC 24, la cual consiste en una guía que brinda indicaciones para el desarrollo de actividades tales como la separación de los materiales que constituyen los residuos denominados “peligrosos” y “no peligrosos” en sus diversas fuentes generadoras [35]; y el método de cuarteo, que consta de homogenizar los residuos sólidos para luego realizar un proceso de división de los mismos, donde permitirá caracterizar los residuos producidos dentro del casco urbano del municipio de Piendamó [36]; de esta forma se recolectaron datos para el desarrollo del trabajo, aplicándose en distintos sectores (domésticos, comerciales e institucionales) según sea el caso.

Para realizar el método de cuarteo de residuos sólidos, se recolectaron residuos aprovechables inorgánicos recogidos en viviendas, comercios e instituciones dentro del casco urbano del municipio de Piendamó. Se hizo la entrega de bolsas plásticas de color blanco a distintas personas residentes de la cabecera municipal, así como también a locales comerciales y sector institucional. En primer lugar, se deseaba realizar el suministro del material plástico por estratificación; sin embargo, esto no pudo ser posible ya que los estratos no se encuentran zonificados por sectores. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la entrega aleatoriamente por distintos barrios del municipio de Piendamó para que posteriormente, se hiciera la recolección de estos residuos, después de dos semanas por usuario.

Cabe recalcar que para el suministro de las bolsas plásticas en donde se recolectaron los residuos aprovechables, se hizo entrega de una guía **Anexo 5** con información referente a la adecuada separación y disposición de los residuos sólidos, con el fin de evitar complicaciones al momento de llevar a cabo el método de cuarteo.

Tabla 2*Tipos de residuos para la separación en la fuente*

Tipos de residuo para la separación en la fuente		
Tipo de residuo	Clasificación	Ejemplos
Residuos no peligrosos	Aprovechable	- Cartón y papel (hojas, plegadizas, periódico, carpetas). - Vidrio (Botellas, recipientes). - Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas). - Textiles (ropa, limpiones, trapos). - Madera (aserrín, palos, cajas, guacales, estibas). - Cuero (Ropa, accesorios). - Empaques compuestos (cajas de leche, cajas de jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables).
	No aprovechable	- Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios). - Papeles encerados, plastificados, metalizados - Cerámicas - Vidrio plano - Huesos - Material de barrido - Colillas de cigarrillo - Materiales de empaque y embalaje sucios
	Orgánicos biodegradables	- Residuos de comida - Cortas y poda de materiales vegetales - Hojarasca
Residuos peligrosos		A nivel doméstico se generan algunos de los siguientes residuos peligrosos: - Pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos y electrónicos. - Productos químicos varios como aerosoles inflamables solventes, pinturas, plaguicidas, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterías de automotores y sus respectivos envases o empaques. - Medicamentos vencidos. - Residuos con riesgo biológico tales como: cadáveres de animales y elementos que ha entrado en contacto con bacterias, virus o microorganismos patógenos, como agujas, residuos humanos, limas, cuchillas, entre otros.

	Para el manejo de los residuos se recomienda no mezclarlos e informarse a cerca de diferentes entidades que se encargan de su gestión. A nivel industrial, institucional y comercial está reglamentado con base a la legislación vigente
Residuos especiales	- Escombros - Llantas usadas - Colchones - Residuos de gran volumen como, por ejemplo: muebles, estanterías, electrodomésticos. Para el manejo de estos residuos se recomienda informarse acerca de servicios especiales de recolección establecidos.
Se recomienda que vidrios, plásticos, residuos metálicos y empaques compuestos, estén enjuagados y secos para garantizar su valoración. Nota 1. Para que los residuos no sean clasificados como peligrosos no pueden estar impregnados o haber estado en contacto con sustancias clasificadas como peligrosas.	
<i>Nota.</i> Fuente [35, p. 7]	

3.1.2. Actividad II. Identificación de puntos críticos.

A través de visitas técnicas se identificó la magnitud en que se encontraban los puntos críticos, la información se recolectó por medio de una lista de chequeo **Anexo 1** adaptada con información de Minvivienda [37] y un mapa de georreferenciación utilizando un software especializado, con el fin de considerar componentes relacionados a la gestión y disposición inadecuada de residuos sólidos.

La lista de chequeo se evaluó por medio de calificativos, donde:

2 puntos: cumplimiento total o adecuado.

1 punto: Cumplimiento parcial o con deficiencia.

0 puntos: No cumple.

N.O.: Aspecto no observable.

Posteriormente para clasificarlos según las condiciones en que se encuentren, se tomó como opción un cuadro de colores tipo semáforo, en donde, si la sumatoria de calificaciones arroja un resultado entre 0-4 se ubicará en el color verde, si el valor de la suma arroja un valor entre 5-

9, estará dentro del color amarillo, y por último, si el resultado está entre un rango de 10-14, este se pondrá en el color rojo.

El significado de los colores se asignó de la siguiente manera:

Tabla 3

Clasificación de puntos críticos

Color	Rango	Estado
Verde	0-4	Poco crítico
Amarillo	5-9	Medianamente crítico
Rojo	10-14	Crítico

Nota. Elaboración propia con información adaptada de [38]

3.1.3. Actividad III. Censo a recicladores.

Con el fin de identificar las asociaciones de recicladores e independientes, presentes en el municipio, se realizó una encuesta sobre esta población **Anexo 2** teniendo en cuenta información sociodemográfica, organizacional y productiva, que permitió obtener una línea base de los posibles participantes de la alternativa para el aprovechamiento de residuos sólidos potencialmente reciclables.

3.1.4. Actividad IV. Levantamiento de información en campo.

Se aplicó una encuesta con el propósito de comprender los comportamientos entorno a la gestión de residuos sólidos aprovechables por parte de la población, abarcando distintos sectores productivos, siendo estos los comerciantes, instituciones y domiciliarios del casco urbano del municipio y de esta forma, medir el nivel de conocimiento y conciencia respecto a los temas ambientales.

Se determinó el número de personas como muestra, por medio de una ecuación, para realizar la aplicación de dicha encuesta. La ecuación es la siguiente:

Ecuación 1*Tamaño de muestra*

$$n = \frac{N * z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

<i>n</i>	Tamaño de la muestra población a obtener
<i>N</i>	Tamaño de la población total
<i>Z</i>	Nivel de confianza
<i>E</i>	Error permisible
<i>P</i>	Probabilidad de éxito
<i>Q</i>	Probabilidad de fracaso

El tamaño de muestra arrojado por la ecuación fue de 375 personas, sin embargo, la encuesta se aplicó en 100 habitantes, dado que la voluntad por parte de la comunidad en participar fue limitada.

3.2. FASE 2. Valoración del sistema de recolección de residuos sólidos actual.**3.2.1. Actividad I. Revisión del plan de recolección de residuos sólidos actual.**

Se identificó el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos actual con el fin de determinar la pertinencia para ser adaptada, luego de su respectivo análisis, en la alternativa para el manejo de residuos aprovechables teniendo en cuenta criterios en cuanto a horarios de recolección, generación per cápita, asociaciones de recicladores, vehículos de recolección de residuos y zonas de acopio; además, se apoyó en sistemas de información geográfica para verificar las vías existentes del casco urbano del municipio, sus diferentes tipos, los sentidos viales, entre otros aspectos, para ser contrastada con datos de la ruta de recolección ejecutada por la empresa EMPIENDAMO E.S.P. con el objeto de incluir o acondicionar a la propuesta en cuanto a la gestión de residuos aprovechables.

3.2.2. Actividad II. Análisis de la situación actual de la gestión de residuos sólidos aprovechables.

Por medio de una matriz de evaluación y seguimiento [34], se valoró el estado en el cual se encuentran los programas de recolección, transporte y transferencia y aprovechamiento de residuos sólidos. De esta manera se amplió el panorama para la propuesta de una alternativa de solución enfocada a lo requerido de acuerdo con el resultado arrojado por la matriz de evaluación y seguimiento anteriormente nombrada.

Tabla 4

Matriz de evaluación de programas

Matriz de evaluación de programas de recolección y aprovechamiento dentro del PGIRS del municipio de Piendamó					
Aspecto	Parámetro	Objetivo	Unidades	Meta	Resultado
Recolección, Transporte y Transferencia	Cobertura de recolección de área urbana				
	Frecuencia de recolección en el área urbana				
	Cantidad y manejo de puntos críticos en el área urbana				
Aprovechamiento	Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento en el área urbana.				
	Cantidad total de recicladores de oficio				
	Cantidad de recicladores de oficio que pertenezcan a una organización o gremio				
	Cobertura de rutas selectivas				
	Cantidad de residuos aprovechados por tipología de material				
	Población capacitada en temas de separación en la fuente				

Nota. Adaptado de [34]

3.2.3. Actividad III. Recopilación documental.

Se realizó un mapeo sistemático donde se consideró información clave en función de rutas selectivas y separación en la fuente de manera exhaustiva y organizada respecto a lo hallado en las actividades anteriores. Para el desarrollo de la actividad se incluyó una revisión en fuentes de datos de Google Scholar, considerando como palabras clave: residuos sólidos inorgánicos, separación en la fuente y rutas selectivas; usando en la búsqueda los operadores booleanos AND, OR y NOT. El tiempo determinado para tal revisión, fue de un lapso de 5 años (2020-2024) donde los criterios de inclusión fueron que la información sea gestionada en Colombia y desarrollada sobre residuos sólidos inorgánicos. La pregunta planteada para llevar a cabo la búsqueda de información por medio del mapeo sistemático fue la siguiente:

¿Qué escenarios hay en Colombia relacionados con rutas selectivas de residuos sólidos aprovechables inorgánicos?

Por lo que la ecuación de búsqueda se planteó de la siguiente manera:

Residuos sólidos inorgánicos AND separación en la fuente AND rutas selectivas

Tabla 5
Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión y exclusión	Criterios de análisis
Criterios de inclusión	Documentos de investigación
	Documentos realizados en Colombia
	Documentos con acceso libre
Criterios de exclusión	Documentos realizados fuera de Colombia
	Documentos ajenos a residuos sólidos inorgánicos
	Documentos con acceso pago

El mapeo empleado tuvo como fin construir una base de conocimiento sólida que permitiera la toma de decisiones centradas y desarrollar estrategias efectivas en cuanto a alternativas de gestión de residuos sólidos inorgánicos con potencial reciclable.

La normatividad a tener en cuenta, se enfocó en programas de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), separación en fuente y condiciones requeridas para el diseño de rutas selectivas, siendo así principalmente, la resolución 0754 de 2014, la cual adopta la metodología para llevar a cabo los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos [34]; el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, título F sistemas de aseo urbano [34]; y la resolución 2184 de 2019, por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones junto con el código de colores para la separación en la fuente de los residuos [29].

3.3. FASE 3. Diseño de una alternativa para la gestión integral de residuos sólidos aprovechables.

3.3.1. Actividad I. Propuesta de la ruta selectiva de residuos aprovechables.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la fase anterior, se realizó una propuesta como alternativa para la gestión de residuos sólidos aprovechables, la cual consiste en la construcción de una ruta selectiva, en donde se tendrán en cuenta los criterios e información adquirida anteriormente.

3.3.2. Actividad II. Planteamiento de criterios para estrategias que promuevan la sostenibilidad de la ruta selectiva.

Teniendo en cuenta la información recopilada en las fases anteriores, se definieron los criterios de interés, con los cuales se basará la construcción de estrategias que permitan potenciar la sostenibilidad en cuanto al sector económico, social y ambiental de la ruta selectiva.

3.3.3. Actividad III. Formulación de estrategias.

De acuerdo con los criterios definidos en la anterior actividad, se realizó la formulación de estrategias en donde se consideraron distintos aspectos tales como componentes de la estrategia, objetivos, actividades, indicadores y cronogramas. Esta actividad permitirá minimizar riesgos en cuanto a la viabilidad de la ruta selectiva y de esta forma, garantizar el desarrollo óptimo de la misma.

Capítulo IV. Resultados y discusión

En el presente capítulo, se dan a conocer los resultados que se obtuvieron a partir de la metodología empleada; llevando a cabo las tres fases descritas, analizando y discutiendo los datos recogidos para contribuir a la formulación de una alternativa que brinde apoyo a la gestión de residuos aprovechables inorgánicos en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.

4.1. FASE 1. Diagnóstico de las condiciones iniciales de la gestión de residuos sólidos aprovechables.

4.1.1. Actividad I. Caracterización de residuos aprovechables generados en el municipio.

De acuerdo con la información encontrada en la GTC 24, en cuanto a la clasificación de residuos sólidos según su composición y origen, se llevó a cabo el proceso de recolección de residuos sólidos aprovechables en distintos barrios de la cabecera municipal, comprendiendo así, el sector residencial, comercial e institucional.

Con los residuos recolectados a los usuarios, se realizó la identificación de un estimado sobre la cantidad de residuos sólidos con alto potencial reciclable por medio del método de cuarteo. A continuación, se muestra evidencia del recibimiento de bolsas con los residuos recogidos a comunidad residencial, comercial e institucional.

Figura 2

Recolección de residuos aprovechables en diversos sectores.



Luego de realizar la recolección de los residuos sólidos aprovechables, se procedió a hacer la respectiva caracterización por medio del método de cuarteo, en donde se tuvo una muestra inicial de 135,5 kg. Los materiales observados comprendían plástico, cartón, vidrio, papel y metal aluminio principalmente; siendo estos, una representación de los residuos altamente reciclables generados en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca dado que no existe una separación óptima en la fuente al momento de disponer el material residual en el carro recolector, el cual es el encargado de transportar las basuras al relleno sanitario para su disposición final.

Figura 3

Método de cuarteo para caracterización de residuos.



Tabla 6

Tipo de residuos aprovechables recolectados.

Tipo de residuo aprovechable	Tiempo de recolección	Peso/semana (Kg)
Plástico	2 semana	35,93
Cartón	2 semana	28,95
Vidrio	2 semana	15,68
Metal Aluminio	2 semana	10,59
Hierro	2 semana	2,56
Papel	2 semana	41,79
Total	2 semana	135,5

Tabla 7

Residuos sólidos aprovechables por sectores.

Sector	Peso en kg
Domiciliario	81
Comercial	29
Institucional	25,5
Total	135,5

Ya finalizado el proceso de cuarteo de residuos sólidos aprovechables se obtuvo una muestra de 68,12 kg, en la cual, el papel tuvo un valor mayor en su generación, en comparación con los demás residuos, con un porcentaje de 32,4% significando que dicho material residual, es el más producido en los sectores empleados para este estudio. En segundo lugar, se encuentran los plásticos con un valor porcentual de 27,2%, siendo este, un valor no muy lejano del primero, por lo que indica el alto consumo de este material en los sitios de estudio. El residuo aprovechable seguido, fue el cartón con un 19,5%, ubicándose en el tercer material sobrante con mayor generación en el casco urbano del municipio. El vidrio, se encontró en un 12,6% dentro de la caracterización, siendo un recurso medianamente utilizado dentro del caso estudiado. Finalmente, los materiales encontrados en menor proporción dentro de la caracterización fueron el metal aluminio y el hierro con un valor porcentual de 7,3% y 1% respectivamente evidenciado en la *tabla 8 y figura 4* del presente documento.

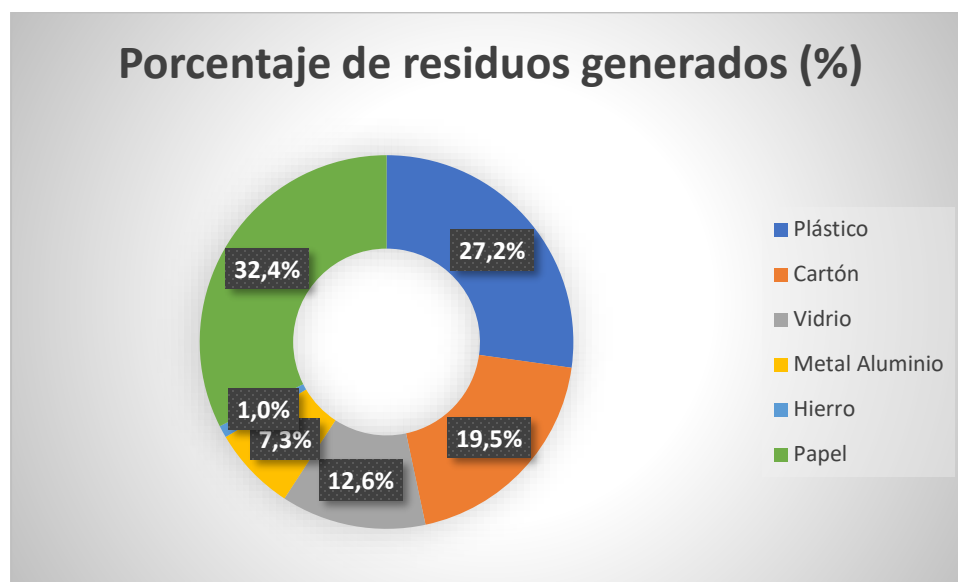
Tabla 8

Residuos aprovechables caracterizados mediante el cuarteo.

Tipo de residuo aprovechable	Tiempo de recolección	Peso/semana (Kg)	Porcentaje (%)
Plástico	2 semanas	18,53	27,2
Cartón	2 semanas	13,25	19,5
Vidrio	2 semanas	8,55	12,6
Metal Aluminio	2 semanas	4,98	7,3
Hierro	2 semanas	0,71	1,0
Papel	2 semanas	22,1	32,4
Total	2 semanas	68,12	100

Figura 4

Porcentaje de residuos aprovechables caracterizados.



Desarrollada la caracterización de residuos sólidos inorgánicos potencialmente reciclables, se procede a estimar la producción per cápita (PPC) de este tipo de residuos, teniendo en cuenta información del Departamento Administrativo Nacional Estadístico (DANE) e información proporcionada por el PGIRS de la empresa municipal de servicios públicos de Piendamó EMPIENDAMÓ E.S.P.

La información encontrada se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9

Datos para producción per cápita.

Parámetro	Dato
Residuos sólidos domiciliarios / 45 usuarios	81 kg / 2 semanas
Personas por vivienda	3.9 personas
Habitantes en la cabecera municipal	15924 habitantes
Usuarios suscritos al servicio de aseo	4598

Nota. Elaboración propia, información según PGIRS Piendamó, Cauca.

A continuación, se hallarán los kilogramos generados por usuarios en la cabecera municipal.

$$Kg \text{ por usuarios} = \frac{81kg * 4598 \text{ usuarios}}{45 \text{ usuarios}} = 8276,4kg/2 \text{ semanas}$$

La ecuación anterior se convierte a días para llevar un mejor manejo de los datos con el fin de tener más claridad al momento de hallar la PPC.

$$Kilogramos \text{ por usuarios por semana} = \frac{8276,4 \text{ kg}}{2 \text{ semanas}} = 4138,2 \text{ kg/semana}$$

$$Kilogramos \text{ por usuarios al día} = 4138,2 \frac{kg}{semana} * \frac{1 \text{ semana}}{7 \text{ días}} = 591,17 \text{ kg/día}$$

El valor de 591,17 corresponde a los kilogramos por día generados por los usuarios suscritos al servicio de aseo en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca. Teniendo este valor se procede a calcular los kilogramos por habitantes.

$$Kilogramo \text{ generados en la cabecera} = 591,17 \frac{kg.us}{día} * 3,9 \frac{hab}{us} = 2305,56 \text{ kg/día}$$

La ecuación anterior indica los kilogramos de material reciclable que se puede llegar a generar en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca teniendo en cuenta los habitantes por usuario o vivienda suscrito al servicio de aseo.

Para hallar la producción per cápita, se requiere información de la cantidad de residuos generados y el total de la población, por lo que la ecuación se manifiesta de la siguiente manera:

$$PPC = \frac{\text{Total de residuos sólidos generados}}{\text{Población total}}$$

$$PPC = \frac{2305,56 \frac{kg}{día}}{15924 \text{ hab}} = 0,14 \frac{kg}{hab.día}$$

La producción per cápita resultante, de acuerdo los datos proporcionados, es de 0.14 kg/hab*día respecto a los residuos sólidos aprovechables inorgánicos en la población de la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.

De acuerdo con información proporcionada por la empresa municipal de servicios públicos de Piendamó Empiendamó E.S.P., para el año 2024, los residuos sólidos ordinarios generados en la cabecera municipal de Piendamó es de 317,77 Ton/mes para los primeros 8 meses del año y un total de 2542,2 Ton en este mismo periodo en relación con la siguiente tabla:

Tabla 10

Residuos sólidos generados en la cabecera municipal de Piendamó.

N	Fecha	Descripción	Volumen (ton)	Valor	Valor tonelada	Empresa
1	26/01/2024	Pago Urbaser Popayán enero	336,2	\$ 26.870.330,00	\$ 80.162	Urbaser
2	21/02/2024	Pago Urbaser Popayán febrero	347	\$ 27.383.377,00	\$ 78.915	
3	19/03/2024	Pago Urbaser Popayán marzo	301	\$ 24.018.707,00	\$ 79.796	
4	9/04/2024	Pago Urbaser Popayán abril	291	\$ 23.201.685,00	\$ 79.731	
5	10/05/2024	Pago Urbaser Popayán mayo	315	\$ 25.644.383,00	\$ 81.411	
6	18/06/2024	Pago Urbaser Popayán junio	320	\$ 26.051.436,00	\$ 81.411	
7	23/07/2024	Pago Urbaser Popayán julio	293	\$ 23.853.346,00	\$ 81.411	
8	16/08/2024	Pago Urbaser Popayán agosto	339	\$ 26.627.852,00	\$ 78.548	
Totales			2542,2	\$ 203.651.116		

Nota. Elaboración a partir de la información suministrada por la Empresa Municipal de Servicios Públicos Empiendamó E.S.P.

En relación con los datos anteriores, se realiza una estimación del material inorgánico con potencial reciclable que se puede llegar a generar en un periodo de 8 meses con respecto al valor proporcionado por la empresa municipal de servicios públicos de Piendamó de los residuos urbanos ordinarios producidos en la cabecera municipal, visualizado en la *Tabla 10*.

$$\text{Residuos aprovechables en un semestre del año} = 0.14 \frac{\text{kg}}{\text{hab. día}} * 15924 \text{ hab} * 240 \text{ dias}$$

Residuos aprovechables en un semestre del año = 535046,4 kg

Residuos aprovechables en un semestre del año = 535,05 Ton

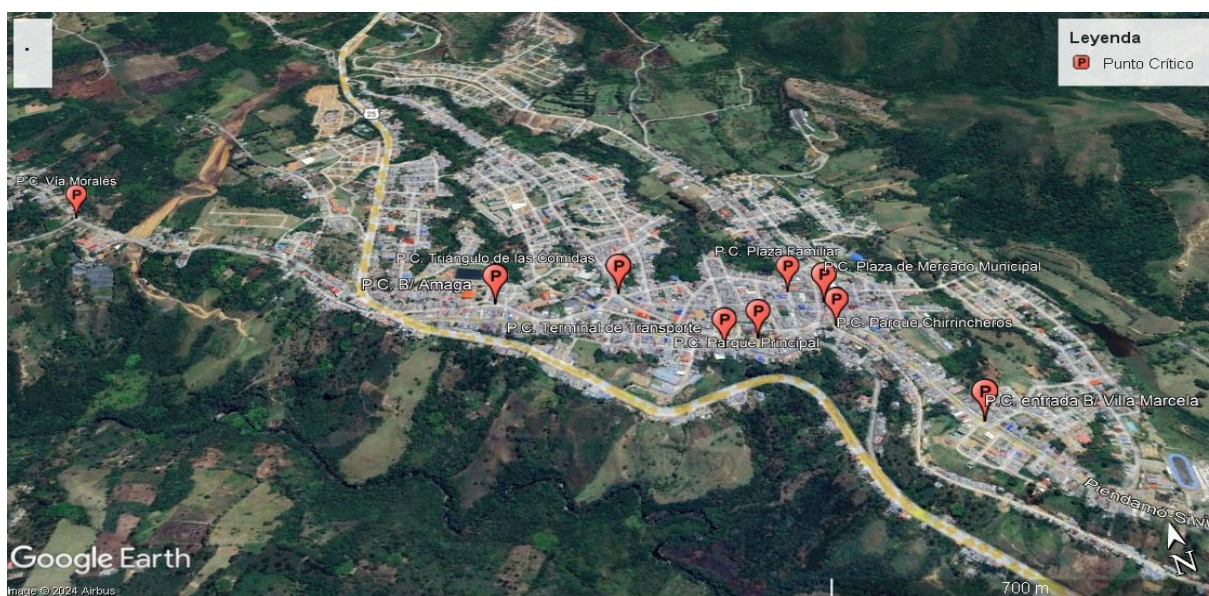
Se logra observar que en ocho meses se pueden generar alrededor de 535,05 toneladas de residuos sólidos reciclable lo que representa un 21.05% de lo presenciado en la información de la *Tabla 10*, cuyo aprovechamiento puede verse afectado al no existir una estrategia que aporte en el manejo y gestión de estos. Además, si se evitaran llevar esta cantidad de residuos aprovechables al relleno sanitario, se podría generar un ahorro alrededor de los 43 millones de pesos para un periodo de 8 meses.

4.1.2. Actividad II. Identificación de puntos críticos.

Realizado un recorrido continuo por la cabecera municipal de Piendamó, Cauca, se identificaron 9 puntos críticos, a los cuales se les realizó la georreferenciación y correspondiente evaluación por medio de la lista de chequeo **Anexo 1**, en donde se reveló información importante sobre cada uno de ellos, siendo esta, la presencia de contenedores en el lugar, los distintos sectores sociales distinguidos alrededor del área del punto crítico, presencia de vectores y plagas que puedan prolongar enfermedades, impacto visual y olores ofensivos que se pudieran presentar.

Figura 5

Mapa de ubicación de puntos críticos en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.



Nota. Elaboración en Google Earth, año 2024.

Tabla 11

Puntos críticos encontrados en la cabecera municipal.

N°	Foto	Color	Estado	Coordenadas	Sector	Calf.
1			Crítico	2°38'30.43"N 76°32'3.99"O 1858 msnm	Barrio: Amagá	12
2			Crítico	2°38'28.83"N 76°31'54.48"O 1866 msnm	Triángulo de las comidas, barrio Galán	14

N°	Foto	Color	Estado	Coordenadas	Sector	Calf.
3			Crítico	2°38'23.55"N 76°31'39.41"O 1866 msnm	Plaza de mercado municipal	14
4			Medianamente Crítico	2°38'20.82"N 76°31'48.55"O 1863 msnm	Terminal de transporte	9

N°	Foto	Color	Estado	Coordenadas	Sector	Calf.
5			Crítico	2°38'25.62"N 76°31'41.57"O 1862 msnm	Plaza familiar – Placita campesina	14
6			Crítico	2°38'51.36"N 76°32'36.24"O 1852 msnm	Vía Morales	13

N°	Foto	Color	Estado	Coordenadas	Sector	Calf.
7			Medianamente Crítico	2°38'8.28"N 76°31'34.13"O 1889 msnm	Barrio Villa Marcela	9
8			Medianamente Crítico	2°38'20.82"N 76°31'39.49"O 1868 msnm	Parque Chirrincheros	8
9			Crítico	2°38'21.07"N 76°31'45.78"O 1865 msnm	Parque Principal	13

El punto crítico 1, ubicado en el barrio Amagá, refleja una calificación de 12. De acuerdo con la valoración se clasifica como **estado crítico**. Aunque su presencia no es frecuente, se evidencia que es un escenario en el que se disponen gran cantidad de residuos sólidos, convirtiéndose en un foco de contaminación que permite la proliferación de vectores y plagas que pueden afectar a la salud pública y los recursos naturales presentes en la zona, además de crear una imagen negativa al entorno y municipio.

La calificación del segundo punto crítico, localizado en el sector del triángulo de las comidas, se encontró en **estado crítico**, puesto que la generación y acumulación de residuos sólidos era de gran cantidad en este sitio, probablemente por estar rodeada de locales comerciales de comidas sin control y atención alguna a los horarios del carro recolector establecidos por la empresa municipal de servicios públicos del municipio, siendo así, susceptible a la llegada y presencia de animales que al hurgar sobre los residuos pueden contaminarse y ser portadores de bacterias o enfermedades perjudiciales para el ser humano.

El punto crítico 3 situado en la plaza de mercado municipal, al igual que el anterior, tuvo la calificación más alta siendo esta de 14, categorizado también en **estado crítico**, ya que es un foco preocupante dentro del casco urbano del municipio de Piendamó, Cauca, pues según registros, es un punto de contaminación que lleva muchos años afectando tanto al medio ambiente como a la comunidad en general. En este lugar se arrojan residuos de todo tipo, desde la que se genera en la plaza mercado hasta la producida en la zona residencial y comercial aledaña, y aunque existe un horario especial para la recolección de residuos en este lugar, no hay un compromiso correspondiente por parte de la comunidad. El punto crítico está casi en total permanencia por los acontecimientos nombrados anteriormente, y se visualiza la llegada y permanencia de animales como perros, roedores y aves carroñeras, lo que eleva su condición contaminante, además de los notorios olores ofensivos causados por la mezcla del material residual y sus lixiviados.

Para el punto crítico 4, el cual se encontró en la terminal de transporte, obtuvo una calificación de 9, situándose en un **estado medianamente crítico**, ya que a pesar de que es una zona altamente transcurrida, el punto no presenciaba un gran volumen de residuos sólidos, lo que puede facilitar su limpieza y así mismo mitigar la propagación de plagas y enfermedades.

En el punto crítico 5 se determinó como **estado crítico** con una puntuación de 14, donde el principal autor de esta acumulación inadecuada de residuos sólidos es un establecimiento comercial llamado “Plaza Familiar” el cual arroja el material residual (residuos orgánicos en

mayor proporción) en la parte trasera de sus instalaciones a horas no adecuadas ni establecidas por la empresa encargada del servicio de aseo, lo que genera olores ofensivos para la comunidad aledaña y llegada de vectores que puedan facilitar la transmisión de enfermedades.

En el punto crítico 6, ubicado en la vía que conduce al municipio de Morales, se evidenció la disposición de residuos sólidos de manera inapropiada por parte de personas de veredas aledañas al municipio no suscriptoras al servicio de aseo que arrojan las basuras en este lugar, generando acumulación excesiva de residuos, atrayendo consigo vectores transmisores de enfermedades, malos olores, contaminación visual y perjudicando los recursos naturales que afectan tanto el medio ambiente como a la salud pública por lo que se categorizó como **estado crítico** al arrojar una calificación de 14.

Para el punto crítico 7, localizado en la entrada al barrio Villa Marcela, se le otorgó un valor de 9, situándose en un **estado medianamente crítico**, dado que la acumulación de residuos es baja en comparación a los puntos críticos calificados como estado crítico, además, el material residual generado en este sector es netamente residencial. No se presenciaban fácilmente olores ofensivos, sin embargo, si había presencia de vectores que pueden ser causantes de proliferación de enfermedades.

El punto crítico 8 fue clasificado como **estado medianamente crítico**, ya que arrojó una puntuación de 8 en la lista de chequeo. Dicho valor se asignó por las condiciones encontradas en el sitio denominado el “Parque de Chirrincheros”, donde la acumulación de los residuos sólidos, en comparación con otros puntos críticos es menor, pero su frecuencia es persistente, por lo que hay llegada de vectores como roedores y perros que, aunque son en menor proporción, pueden ser emisores de enfermedades.

La calificación dada para el punto crítico 9 ubicado en el parque principal del municipio, fue de 13, categorizándose como **estado crítico**; este valor fue puesto por el volumen excesivo de residuos que se encontró en el lugar rebosando los puntos ecológicos dispuestos en el sitio, además, al ser un lugar donde existe un flujo alto de personas, causa contaminación paisajística, malos olores ofensivos y contaminación sobre los recursos naturales, sin dejar atrás el riesgo sobre la salud pública que esto conlleva.

A todos los puntos críticos encontrados se les realizó su respectiva limpieza y entrega de infografías **Anexo 6** en distintas zonas de la cabecera municipal dando a conocer la problemática,

sin embargo, se volvió a encontrar la acumulación de residuos sólidos en algunos de estos, principalmente el que está ubicado en la plaza de mercado del municipio, ya que es un sitio donde la problemática lleva mucho tiempo. Las limpiezas se llevan a cabo cada que se realiza la ruta de recolección de residuos sólidos urbanos, pero no es suficiente para algunos sectores ya que vuelven a crearse estos puntos de inadecuada disposición de residuos sólidos, los cuales son focos de contaminación y hábitat de plagas y vectores como roedores, mosquitos, cucarachas que proliferan enfermedades, principalmente dengue y afecciones gastrointestinales siendo estas altamente perjudiciales para la salud de las comunidades del casco urbano del municipio, además, atentan contra recursos tales como el agua, suelo y aire siendo vulnerables a su alteración y polución al filtrarse compuestos tóxicos provenientes de descomposiciones presentadas en la zona de acumulación excesiva de residuos; también, provocando contaminación paisajística lo cual puede generar malestar sobre la salud mental de la comunidad al poder elevar los niveles de estrés afectando la calidad de vida y el entorno mismo [39].

Figura 6

Limpieza de puntos críticos durante recorrido de recolección de RSU.



4.1.3. Actividad III. Censo a recicladores.

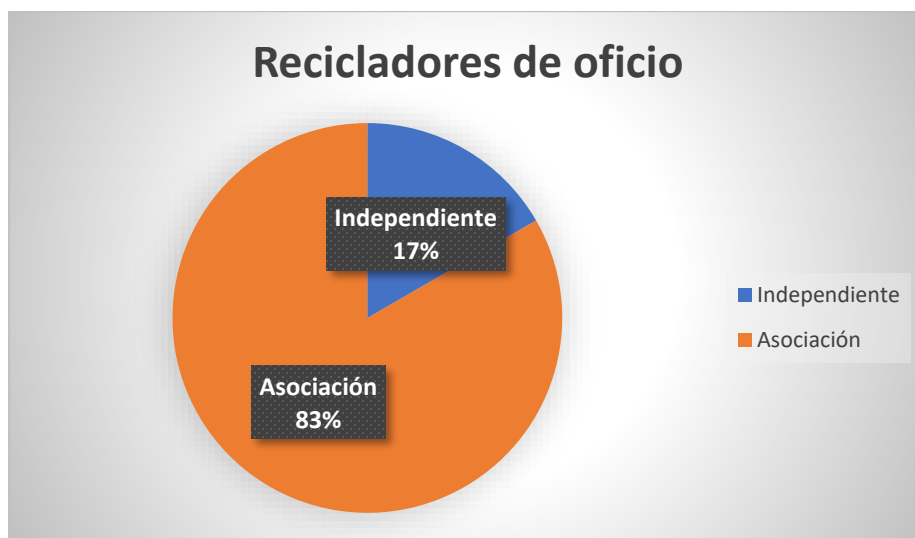
Recorriendo calles del casco urbano del municipio de Piendamó y con ayuda en cuanto información por parte de la comunidad y la empresa municipal de servicios públicos de Piendamó Empiendamó E.S.P. se logró identificar a las personas dedicadas a la labor de reciclaje. Ya teniendo esa información, por medio del formato de censo a recicladores establecido en la resolución 754 de 2014 [34], se adaptó a las necesidades que se requirieron en el presente trabajo

Anexo 2, donde se tuvo en cuenta aspectos tales como sociodemográficos, socioambientales y referentes a la actividad de reciclaje.

Puesto en marcha el censo, se halló una asociación de recicladores de oficio legalmente constituida y demás recicladores independientes.

Figura 7

Recicladores de oficio en el casco urbano de Piendamó, Cauca.



En primer lugar, se encontró una asociación de recicladores de oficio liderada principalmente por mujeres cabeza de hogar, denominada “Revivo Tierra Limpia”, la cual la conforman un total de 10 personas dedicadas a esta labor de reciclaje. Por otro lado, también se registraron recicladores de oficio independientes, siendo estos, 2 personas identificadas; dando un total de 12 personas dentro de la cabecera municipal de Piendamó, Cauca dedicadas al oficio de recolección de residuos sólidos aprovechables.

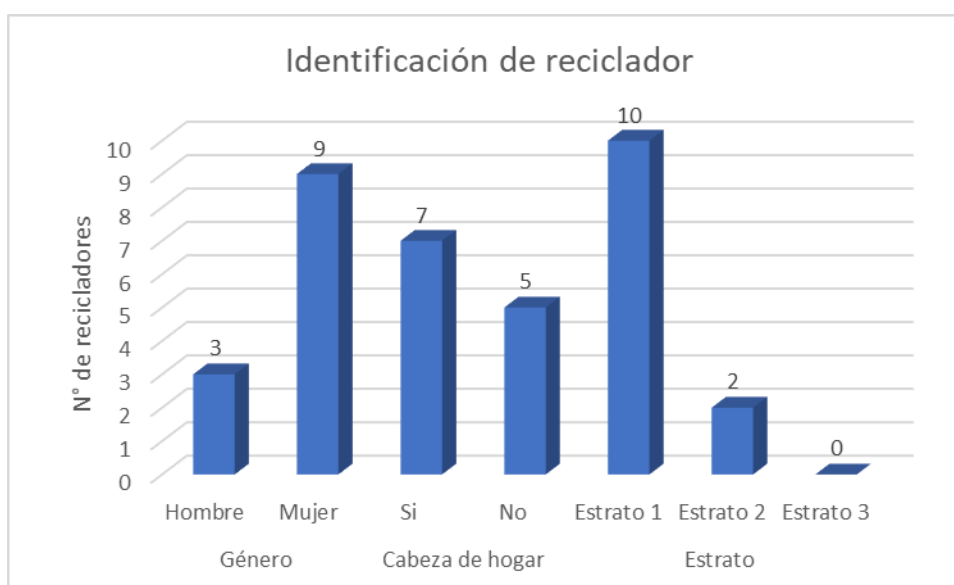
Posteriormente, se registró información de cuatro aspectos establecidos dentro del censo, siendo estos, identificación de reciclador, sociodemográfico, labor de reciclaje y socioambiental. En donde se obtuvo la siguiente información:

ASPECTO 1 y 2. En cuanto a la identificación del reciclador e información sociodemográfica.

Para este aspecto, se identificó información sobre la situación sociodemográfica y datos de las personas dedicadas a la labor del reciclaje como lo fueron, nombres, género, estrato socioeconómico, edad, entre otros. A continuación, se ilustrarán por medio de gráficas las respuestas obtenidas.

Figura 8

Género, cabeza de hogar y estrato del reciclador/a.



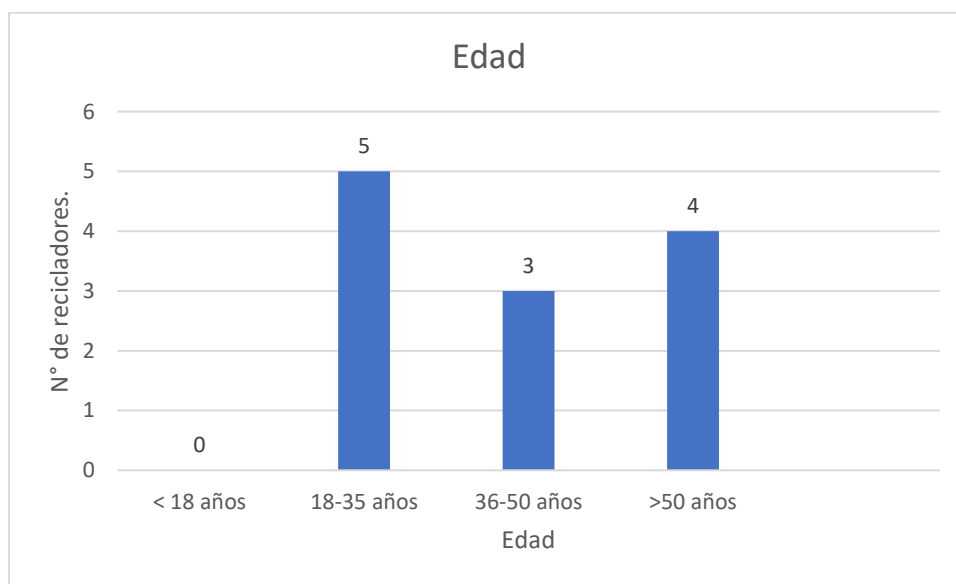
Teniendo en cuenta la información proporcionada en la *figura 7*, la totalidad de recicladores/as de oficio es de 12 personas dedicadas a esta labor, de las cuales 9 son mujeres y 3 hombres evidenciando como la actividad de reciclaje es realizada en su mayoría por el género femenino. El 41,7% de los censados negaron tener absoluta responsabilidad sobre el sustento del hogar, mientras que el 58,3% manifestaron ser cabeza de hogar; donde quienes dieron respuesta positiva respecto a esta pregunta, fueron en su totalidad mujeres. Así mismo, gran parte de este gremio pertenecen al estrato socioeconómico de clasificación 1, con un total de 10 personas y tan solo 2 recicladores/as, mencionaron ser de estrato 2. Se puede deducir que esta población dedicada a la recolección y venta de material reciclable, muestra datos significativos en cuanto a la participación mayoritaria de mujeres, cabeza de hogar, añadiendo que, casi la totalidad de este

sector pertenece a un estrato socioeconómico bajo, lo que podría relacionarse directamente con la participación de esta actividad y la falta de oportunidades laborales. Lo anterior, difiere con otros estudios en cuanto a la participación de géneros, dado que en investigaciones realizadas en Colombia se obtuvieron resultados de caracterizaciones a la población de recicladora donde un gran porcentaje de hombres son quienes ejercen esta labor, como lo es en el caso de Montería, pues de acuerdo con un informe titulado: ***Fortalecimiento de buenas prácticas ambientales en la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos ejercida por la comunidad de recicladores de Montería*** [40] en distintas asociaciones de recicladores, más del 50% pertenecían al género masculino y un 80% en esta comunidad en general. Por otro lado, las personas censadas dentro del mismo estudio que ejercen el trabajo de reciclaje, el 85% del total, afirmó ser cabeza de hogar. Así mismo toda la población encuestada se encontró en estrato socioeconómico bajo, no superando el nivel 2, lo que indica como la actividad de reciclaje es una herramienta que puede facilitar la generación de ingresos económicos para las personas en condiciones monetarias críticas y suplir las necesidades básicas.

Sin embargo, esto resalta la necesidad de proporcionar políticas públicas que optimicen las condiciones laborales de este sector, dando reconocimiento al aporte en cuanto al manejo de residuos sólidos y fomentar su inclusión social y económica.

Figure 9

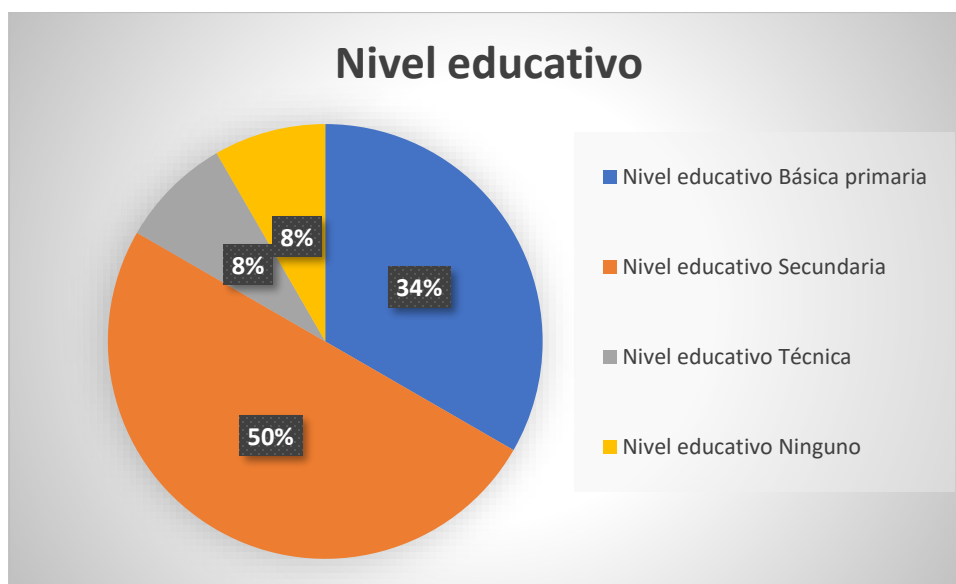
Edad.



De acuerdo con la figura 9 se puede observar como no existe una diferencia significativa en cuanto a los rangos de edad de las personas dedicadas a la actividad de reciclaje. La mayor proporción registrada fueron las personas entre los 18 y 35 años de edad, sin embargo para los rangos de entre los 36 – 50 años y mayor a los 50 años no hubo mayor diferencia, siendo estos de 3 y 4 recicladores/as respectivamente. Cabe resaltar que no se encontraron personas menores de edad dedicadas a la actividad de reciclaje, y por otro lado se presenciaron 2 personas adultos mayores que ejercían la recolección de material aprovechable inorgánico. En diversos estudios realizados en territorio nacional, esta información concuerda, dado que en casi la totalidad de censos, arrojó información exponiendo que la mayoría de recicladores y recicladoras de oficio oscilaban entre la edad de 30 a 60 años, con presencia de personas pertenecientes a la tercera edad, sin embargo en baja proporción, como lo es en el caso de Chinchiná en una investigación titulada *Formalización de los recicladores de oficio como prestadores del servicio público de aprovechamiento: caracterización de las líneas de acción de asociación Reciclarte y sus recicladores asociados* [41].

Figura 10

Nivel educativo.



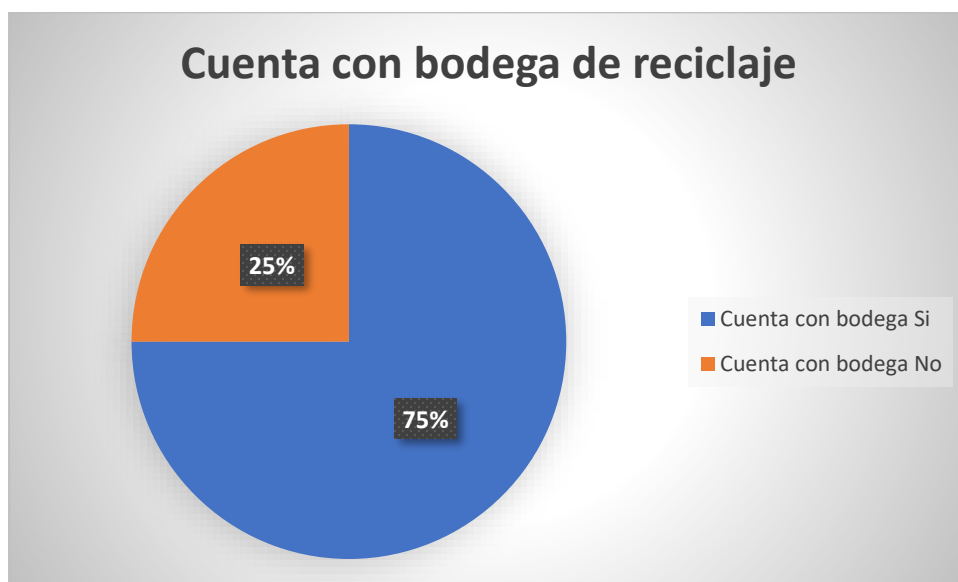
La *figura 10* ilustra el nivel educativo que poseen las personas recicladoras de oficio, los datos arrojaron que la mitad de esta población logró tener una educación a nivel secundario o

bachillerato, el otro 50% lo conforman personas que hicieron sus estudios hasta básico primaria, técnico y quienes tuvieron una educación formativa nula correspondientes al 34%, 8% y 8% respectivamente; observando así, como tan solo un individuo de los 12 censados alcanzó la formación a nivel técnico, siendo este la categoría académica más alta alcanzada por este sector. Dicho lo anterior, se puede analizar como el nivel de educación sobre la población recicladora tiende a ser limitado lo cual puede llegar a afectar el acceso a oportunidades, mejora de las condiciones laborales del reciclador/ra e inclusión social de los mismos.

De acuerdo con Paternina, Valentina (2023) [40] de las asociaciones encuestadas en el estudio, la mayor parte de los recicladores censados no superaban el nivel educativo secundario o no concluían en su totalidad la primaria y bachillerato; existieron casos excepcionales en donde algunos individuos de este sector reciclador realizaron estudios técnicos o tecnológicos, aun así, eran muy pocos. Basado en lo expuesto previamente, se logra deducir como la actividad de reciclaje es tomada como opción laboral para la generación de ingresos dentro de comunidades cuyas posibilidades a formación académica es limitada para la obtención de trabajos aún más formales.

Figura 11

¿Cuenta con bodega de almacenamiento de material reciclable?



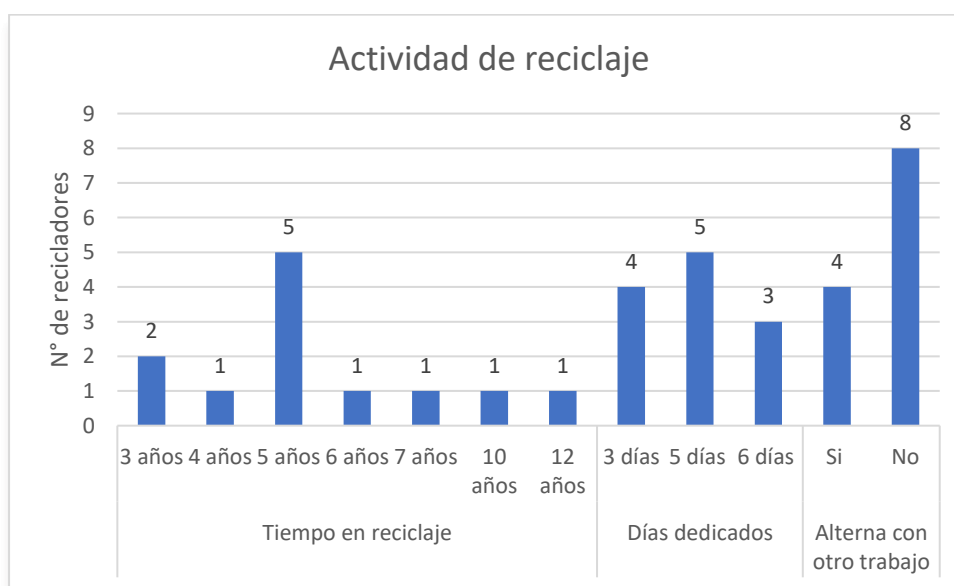
La *figura 11* muestra la disponibilidad de bodegas de acopio de residuos sólidos aprovechables inorgánicos que puedan tener los recicladores de oficio, lo que arrojó como resultado que mas de la mitad de las personas censadas, manifestaron tener una bodega de reciclaje, y una pequeña parte indicó no tenerla. Sin embargo, la comunidad recicladora que manifestó de manera afirmativa ante la obtención de sitios de almacenamiento, consideraban habitaciones dentro de sus hogares para la actividad de disposición y bodegaje de tales residuos. Además la asociación identificada Revivo Tierra Limpia, cuenta con una bodega usada como estación de clasificación y aprovechamiento (ECA), arrendada por la misma, para el almacenamiento y clasificación del material reciclable, aún así, no daba abasto para el volumen de residuos que llegaban al sitio por lo que adecuaban espacios dentro de los hogares de los asociados para llevar a cabo el acopio de estos residuos.

ASPECTO 3. En cuanto a la actividad de reciclaje.

En este aspecto, se registró información acerca de tiempo y actividades relacionadas a la labor del reciclaje tales como: días dedicados a la recolección y venta de material reciclable, tiempo que lleva realizando estas actividades, trabajos alternos, modo de recolección, sitios de venta del material, retribución económica, entre otros.

Figura 12

Tiempo, días y trabajos alternos con respecto al reciclaje.



La *figura 12*, muestra la experiencia en cuanto a la labor de reciclaje que poseen los recicladores/as de la cabecera municipal de Piendamó, Cauca, a lo que la respuesta con mayor proporción fue de 5 años correspondiente a 5 miembros de este sector, representando el 41,6% de la población encuestada. La persona con mayor trayectoria en las actividades de recolección y aprovechamiento de residuos con potencial reciclable corresponde a una recicladora independiente con el registro más alto de edad siendo esta de 66 años y se ha dedicado a la labor de reciclaje hace 12 años, por otro lado, la experiencia en cuestión de reciclaje no se encontró por debajo de los 3 años y correspondieron a recicladores de las edades más bajas registradas en el censo. Por lo anterior, se puede ver reflejado una relación directamente proporcional sobre los años de experiencia en las actividades de aprovechamiento y la edad de las personas. La mayor parte del gremio reciclador, se dedica a esta labor 5 días a la semana representando un 41,7%, seguido de un 33,3% con 3 días ejerciendo el reciclaje y un 25% dedicados 6 días de la semana; lo que lleva a resaltar que más del 50% de los recicladores/as realizan actividades referentes a la labor de reciclaje como mínimo 5 días a la semana. En cuanto a la alternancia de trabajo, si hubo diferencias significativas con respecto a quienes si realizaban actividades extras a las de reciclaje, dando como resultado que el 33,3% de la población encuestada dijo dedicarse a otras ocupaciones con fines de generar ingresos extras, destacando el trabajo de oficios varios y el 66,7% manifestó dedicarse completamente al aprovechamiento y venta de material residual inorgánico reciclable.

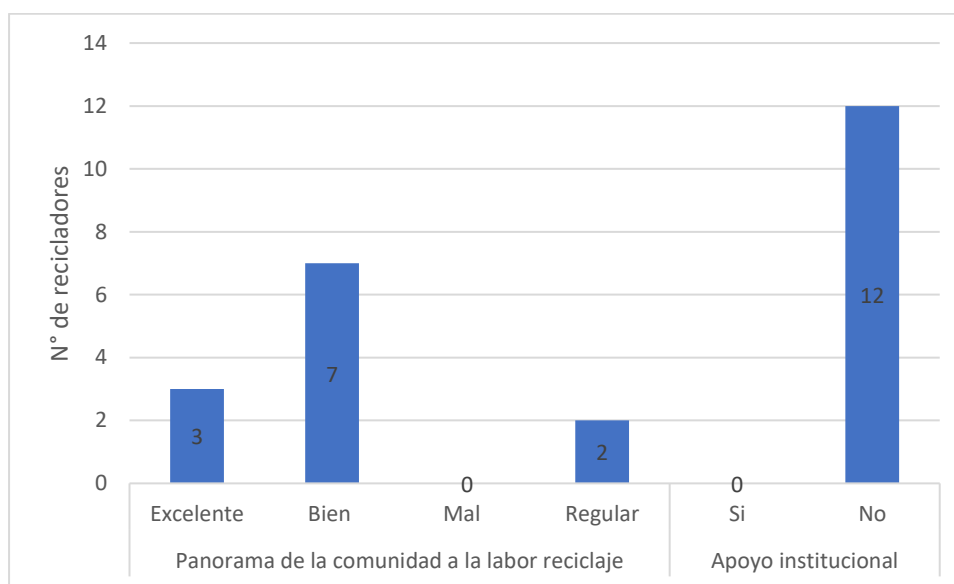
En estudios referentes a información sobre las personas dedicadas a la labor de reciclaje, se obtuvieron datos que indican similitud en las respuestas marcadas por la población recicladora del casco urbano de Piendamó, como lo es el caso de un censo realizado a un sector recuperador de material reciclable en el barrio Ingenio de la ciudad de Cali denominado ***Caracterización de la recolección y transporte de residuos reciclables por parte de los recicladores del barrio El Ingenio del municipio Santiago de Cali*** [42] en el cual se evidenció que casi la totalidad contaba con una experiencia mayor o igual 5 años en la realización de este oficio haciendola una comunidad con una trayectoria significativa en su labor; además, resultó como dato importante que las personas con más edad presentaron un mayor tiempo dedicación en el oficio. En cuanto a los días dedicados, se observó que el 46% realizan la recolección de residuos sólidos aprovechables al menos cinco días a la semana y un 50% tres veces por semana, el mayor porcentaje se dio dado que realizaban sus labores los mismos días destinados por la empresa prestadora del servicio de aseo para la recolección de material residual urbano. Por otro lado, en

relación con la actividad de reciclaje directamente, se halló que un 60% de los recicladores eligió el oficio por la falta de empleo, mientras que un 25% debido a la flexibilidad en horarios y al no tener empleador afirmaron elegir voluntariamente el trabajo, por ultimo el 15% de esta población afirmó que habían escogido la labor de reciclador/a tanto por voluntad como por desempleo.

Se logra apreciar como la información presentada y la encontrada en el estudio muestras resultados y conclusiones similares, lo que indica la tendencia en cuanto al estado de las personas recicladoras de oficio en diversos lugares del país.

Figura 13

Panorama de la comunidad y apoyo institucional respecto al reciclaje.

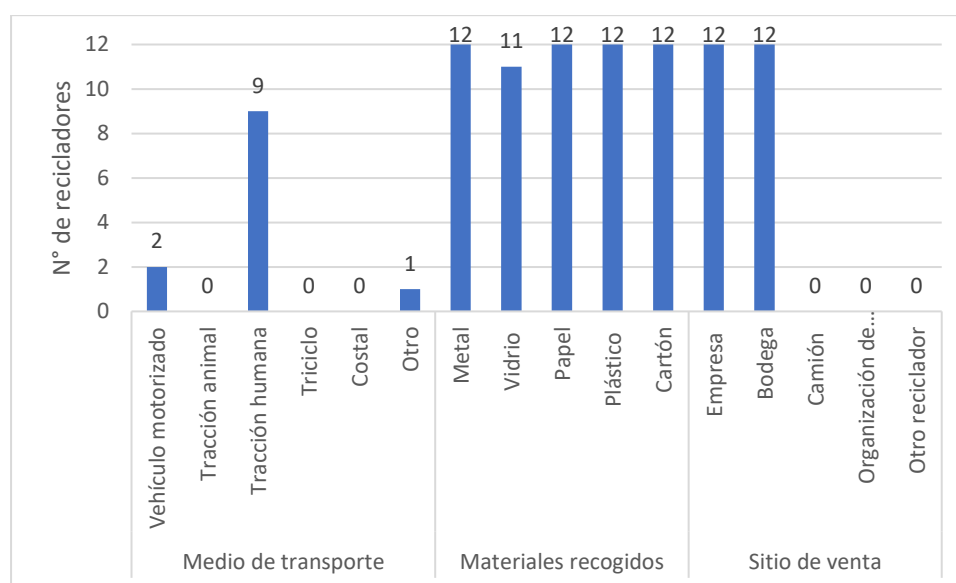


Como se aprecia en la *figura 13*, un valor significativo de esta población representado en un 88,3%, señaló haber recibido una participación de la comunidad de manera positiva categorizándolos como tratos buenos y excelentes hacia ellos, sin embargo, el 16,7% del sector censado, dio a conocer un panorama regular en cuanto a la relación con la comunidad, puesto que comunicaron que por personas en condición de calle quienes generaban desorden sobre los residuos puestos en la aceras con fines de buscar material aprovechable, realizaban comparaciones que los hacían vulnerables a tener mala imagen sobre el gremio de recicladores de oficio. Con relación a los apoyos por parte de la administración o instituciones públicas, el 100% de los censados dio a conocer la presencia nula de estas organizaciones con respecto a la labor que

ejercen estas personas. Y aunque la administración municipal del periodo 2020 – 2023 hizo entrega de un vehículo motorizado (motocarro) a la asociación Revivo Tierra Limpia el cual lo tienen en funcionamiento, dicha asociación comunicó ponerles trabas a la hora de hacer uso de dicho automotor.

Figura 14

Medio de transporte y materiales recogidos respecto al reciclaje.



La figura 14 ilustra como gran parte de las personas que se dedican a la recolección de residuos aprovechables utilizan como medio para transportarlos carretas de tracción humana, representado en un 75% del censo, el 16,7% correspondiente a dos de los recicladores, transportan el material reciclable en el vehículo motorizado suministrado por la administración municipal a la asociación Revivo Tierra Limpia, mientras que el 8,3% representado en un solo reciclador, paga transporte hasta su hogar, usado como lugar de acopio, para el traslado de los residuos aprovechables inorgánicos. En lo que se refiere a los materiales que recolectan, el sector reciclador de la cabecera municipal de Piendamó, todos manifestaron realizar el acopio de todo tipo de material inorgánico aprovechable, tan solo una persona censada manifestó no recoger material de vidrio debido a su poca comercialización en el sector de acuerdo a palabras del reciclador. Así mismo, los sitios de venta de material reciclable dentro del municipio es limitado, por lo que el 100% de los recicladores hacen sus ventas en dos bodegas establecidas como empresas las cuales

reciben todo residuo aprovechable inorgánico sin importar su origen o proveniencia, además, una de estas realiza procesos de transformación como compactación para su comercialización.

Según Sanchez Diaz [43] de la población encuestada, la actividad de recolección de material reciclable, se realiza en gran medida por medio de vehículos de tracción humana representado en más del 80%, el restante constaban de vehículo motorizado para el transporte del reciclaje recolectado siendo estos moto carros, camiones y motos. Respecto al material recogido por los recicladores de oficio, los residuos aprovechables con mayor proporción registrados fueron el papel, plástico y cartón con una representación del 28% para el papel y plástico y un 19% para el cartón, seguidos del metal y vidrio con un 14% y 11% respectivamente.

Como se puede observar, los datos arrojados en el anterior estudio, no tiene gran diferencia con los recolectados en el presente trabajo indicando principalmente que gran parte del sector reciclador realiza la recolección de residuos por medio de vehículos de tracción humana lo que podría ser un factor limitante para la optimización de esta actividad en cuanto al tiempo y rendimiento afectando la eficiencia en el recorrido y comercialización del material reciclable.

Figura 15

Ingresos por labor de reciclaje al mes.



Como se logra evidenciar en la *figura 15*, los ingresos con una mayor representación corresponden a los recicladores con una retribución económica mensual de 500.000 pesos, siendo

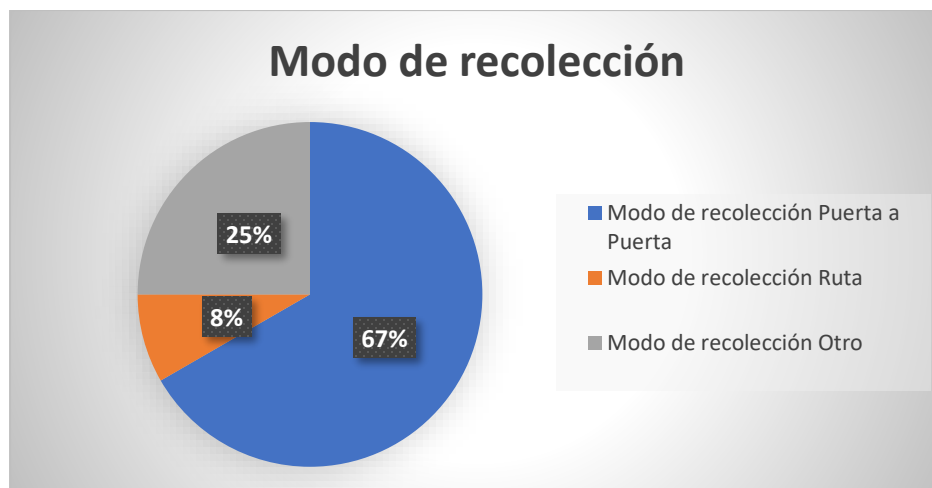
esta del 25%, sin embargo, el 83,3% de la población censada equivalente a 10 recicladores, no supera los ingresos al valor anterior. Los casos con mayor valor de ingresos están relacionados con la de dos recicladores los cuales devengan aproximadamente entre los 800.000 y 1.000.000 de pesos según lo manifestaron. Dos (2) personas recicladoras comunicaron ganarse al mes alrededor de 80.000 pesos, quienes, aunque pertenecen al gremio reciclador, ayudaban a sus familiares a realizar actividades relacionadas al reciclaje. Por lo anterior, de acuerdo con los datos arrojados en la *figura 15*, el promedio de ingresos para los recicladores es de 400.000 pesos al mes.

En relación con la línea de pobreza monetaria, la cual se define como el costo per cápita de una canasta básica de bienes y servicios (alimentarios y no alimentarios) en un área geográfica específica según el DANE, a nivel nacional la línea de pobreza monetaria de una persona es de \$435375 pesos [44], es decir que las personas que perciban ingresos inferiores a esa cifra, son considerados pobres. Por lo anterior, de acuerdo con la *figura 15* se puede observar que el 58,3% de la población recicladora encuestada se encuentra por debajo de la línea de pobreza monetaria al obtener ingresos menores a la cifra expuesta anteriormente y el 41,7% restante al estar por encima de tal valor, no son considerados pobres según este criterio.

Representa un gran reto para la Asociación en el camino de establecerse como prestador del servicio público en la actividad de aprovechamiento y de contribuir en la mejora de las condiciones en que viven y trabajan los recicladores de oficio asociados.

Figura 16

Modo de recolección de material reciclable.



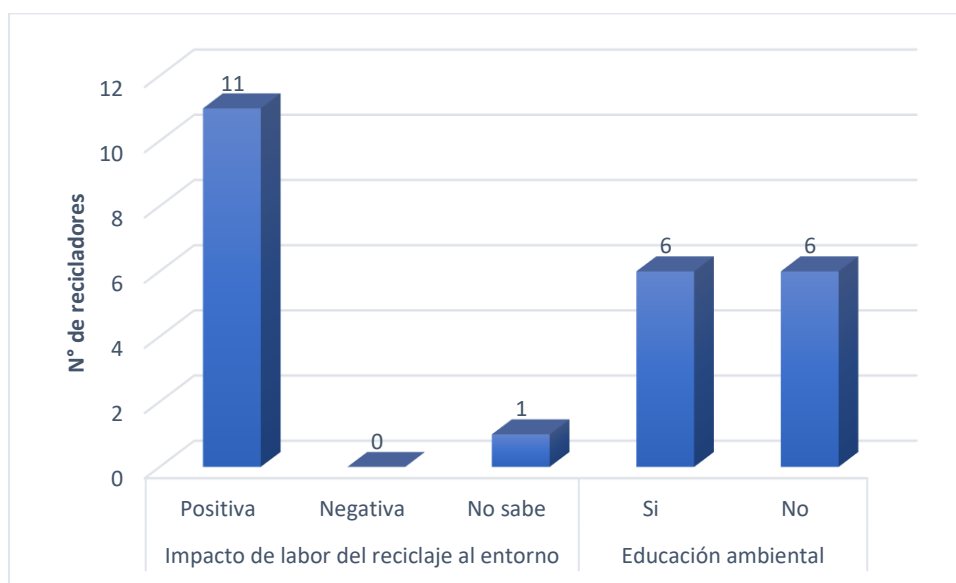
El modo más empleado para realizar la recolección de residuos sólidos aprovechables por parte del sector reciclador según la *figura 16*, es el método tradicional puerta a puerta, representado en un 67% de esta población, el 8% realiza una ruta la cual es la recorrida con el vehículo motorizado a cargo de la asociación Revivo Tierra Limpia y un 25% correspondiente a 3 recicladores que no realizan un recorrido como tal para la recolección de los residuos aprovechables dado que 2 de ellas se dedican a realizar la selección respectiva en la estación de clasificación y aprovechamiento de la asociación y el tercero categorizado como independiente, se sitúa en la galería municipal en la zona donde se hace la disposición de los residuos que generan en el lugar y sus alrededores para hacer la debida separación por tipología y origen recolectando lo que se encuentre en buen estado

ASPECTO 4. En cuanto a información socioambiental.

En el aspecto número 4, se abarcó información acerca de la relación entre la labor de reciclaje y el medio ambiente indagando sobre la perspectiva del reciclador en cuanto al panorama sobre el impacto que puede llegar a tener el reciclaje en el entorno, educación ambiental asistida y consideraciones con respecto a apoyos y aspiraciones de acuerdo a las necesidades del censado.

Figura 17

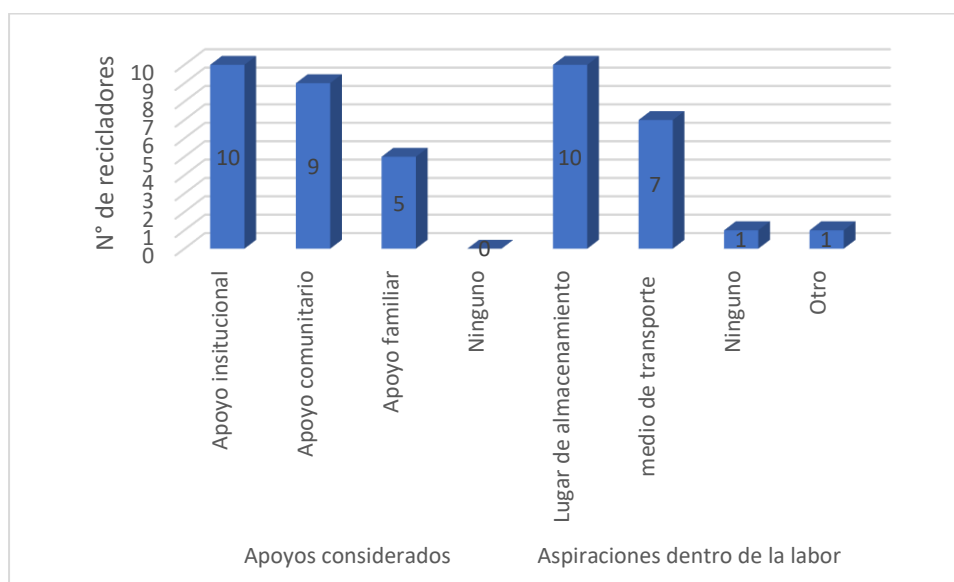
Impacto y educación ambiental relacionado a labor de reciclaje.



De acuerdo a las consideraciones de los recicladores/as de oficio en el contexto del impacto que tienen sobre el entorno y medio ambiente, el 91,7% de los censados contemplaron un escenario positivo dado que comunicaron apoyar en la mejora de la gestión de los residuos sólidos en el municipio, además de fomentar la separación en la fuente de los residuos sólidos; tan solo una persona manifestó no saber responder a la pregunta. Con respecto a la educación y sensibilización recibida en temas ambientales, la mitad de los recicladores informó haber recibido capacitaciones relacionado a separación en la fuente y cuidados del medio ambiente y la otra mitad, negó haber asistido a reuniones de aprendizaje en temas medioambientales. Es de recalcar, que todas las personas del sector reciclador quienes marcaron una respuesta positiva a la participación en jornadas educativas en cuidado sanitario y ambiental, pertenecen a la asociación Revivo Tierra Limpia.

Figura 18

Apoyo y aspiraciones consideradas por parte del reciclador/a



Se le preguntó dentro del censo a los recicladores los apoyos que consideran fundamentales para la realización de su labor, en donde la *figura 18* ilustra el apoyo institucional como la mayor necesidad para este gremio, representando el 83,3% de las respuestas, seguido del apoyo comunitario con una representación del 75%, siendo estos los más significativos. El apoyo familiar tuvo una proporción más baja con un 41,7% ya que de acuerdo a palabras de los mismos

recicladores/as ya contaban con tal soporte. También se hizo énfasis en las aspiraciones que puedan tener a futuro dentro de las actividades de reciclaje, obteniendo como respuesta principal la necesidad de un lugar óptimo de almacenamiento de material aprovechable con un porcentaje de respuesta de 83,3%, seguido de tener un medio de transporte que facilite sus labores representado en un 58,3% de las respuestas. Adicionalmente, una recicladora manifestó como aspiración, la obtención de una máquina de transformación de residuos para una mejor y fácil comercialización.

A continuación, se adjunta evidencia del proceso de censo a recicladores de oficio en el casco urbano del municipio de Piendamó.

Figura 19

Censo a recicladores de oficio.



Posterior al censo realizado a la población recicladora del área urbana del municipio de Piendamó, se realizó un censo a bodegas o centros de acopio de material reciclable con fines comerciales **anexo 3**, donde hicieran su respectivo almacenamiento y selección. Se encontraron 2 lugares de aprovechamiento de residuos destinados a reciclaje los cuales funcionan como compra y venta llamadas “Chatarrería Central” y “Chatarrería Mundo Retales”. La información registrada se adjunta en la siguiente tabla:

Tabla 12*Censo bodegas de reciclaje.*

Nombre del centro de acopio	Área del predio	Materiales que reciben	Proveedores	Tratamiento realizado a residuos	Apoyo institucional	Educación ambiental
Chatarrería Central	50 m x 12 m	Metales, papel, cartón, plástico y chatarra.	Recicladores de oficio. Empresas generadoras de residuos.	Ninguno	No	No
Chatarrería Mundo Retales	Sin registro	Metales, papel, cartón, plástico y chatarra.	Recicladores de oficio. Empresas generadoras de residuos.	Compactación	No	No

Como se logra apreciar en la **tabla 12**, los dos centros de acopio tienen similitudes en cuanto a la información que se registró a excepción de dos respuestas, esto debido a la falta de voluntad en la participación del censo de una de las bodegas, aun así, la información recolectada de la bodega en cuestión fue resuelta por uno de los trabajadores del lugar. Dicho lo anterior, el área de estos sitios superaba los 150 metros cuadrados por lo que se categorizan como medianas según la resolución 0754 de 2014 [34], aunque en una de las bodegas no se obtuvo esa información, si se afirmó, tener más de los 150 metros cuadrados. Por otro lado, ambos centros de acopio manifestaron recibir todo tipo de residuo aprovechable exceptuando el vidrio por motivos de difícil comercialización y transporte, además comunicaron tener como proveedores a los recicladores de oficio y empresas/personas generadoras de residuos. Uno de los lugares de almacenamiento, realiza como tratamiento al material residual, procesos de compactación para su posterior venta, mientras que la otra bodega realizaba la compra y venta del material sin ningún tratamiento previo. Por último, los dos sitios informaron de acuerdo con el censo, no recibir ningún tipo de apoyo institucional y capacitaciones de educación ambiental por parte de ningún ente ni organización, demostrando un deficiente acompañamiento y formación en cuanto a estos temas.

Figura 20

Censo de bodegas de reciclaje.



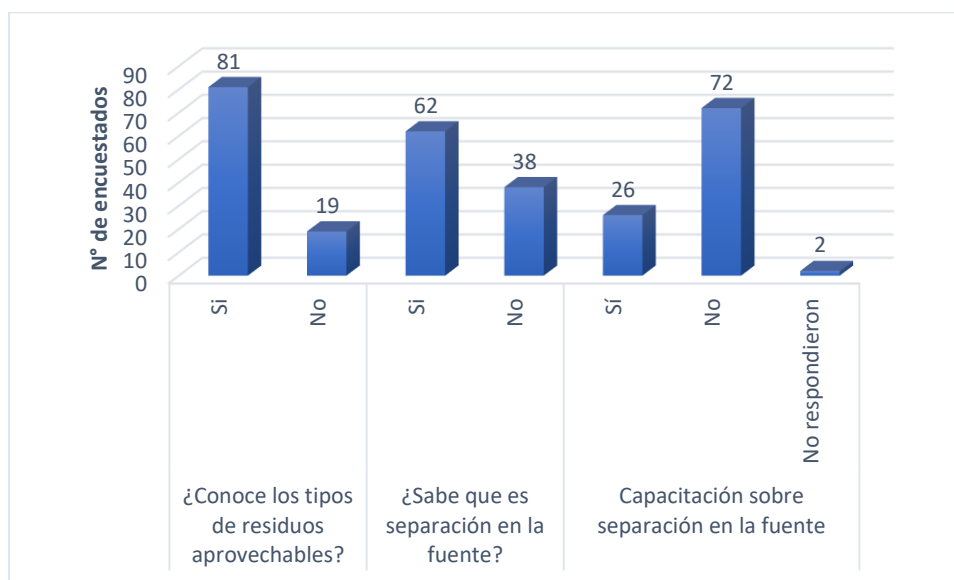
4.1.4. Actividad IV. Levantamiento de información en campo.

La muestra tomada, inicialmente mostró un valor de 315 personas para una población de 15924, al momento de participar en el desarrollo de la encuesta **Anexo 4**. Sin embargo, por motivos de voluntad en cuanto a la colaboración por parte de la comunidad, se realizó la actividad con 100 personas pertenecientes a la cabecera municipal de Piendamó.

A continuación, se presentan las respuestas obtenidas por medio de la encuesta realizada con el fin de conocer cuan informados se encuentran los habitantes de la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.

Figura 21

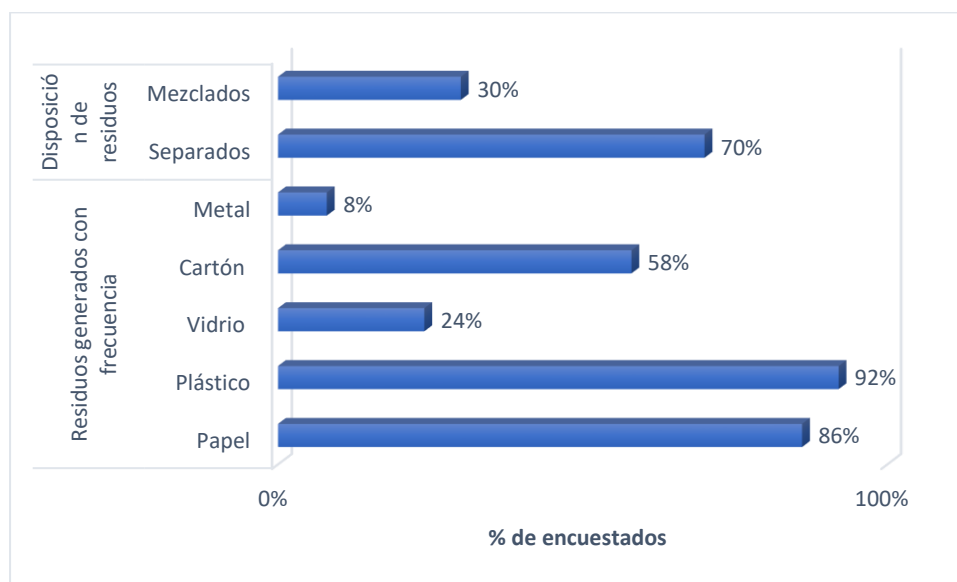
Información sobre tipo de residuos y separación en la fuente.



La figura 21 muestra la relación que tiene la población sobre conocimiento de gestión de residuos, donde las personas encuestadas que afirmaron saber acerca de los tipos de residuos aprovechables que existen, representó un 81%, y tan solo el 19%, comunicó no estar enterado del tema. A demás, cuando se les preguntó referente al término separación en la fuente, el 62% manifestó estar enterado de tal concepto y el 38% negó saberlo; esto indica que más del 60% de la población encuestada es potencialmente personal que realiza actividades de separación en la fuente, lo que puede ser un factor viable para el desarrollo de alternativas encaminadas al aprovechamiento de residuos sólidos con potencial reciclable. Sin embargo, con relación a capacitaciones recibidas acerca de estos temas, un valor significativo informó no haber sido partícipes de tales actividades, representados en un 72%, según ellos, por desconocimiento de campañas realizadas.

Figura 22

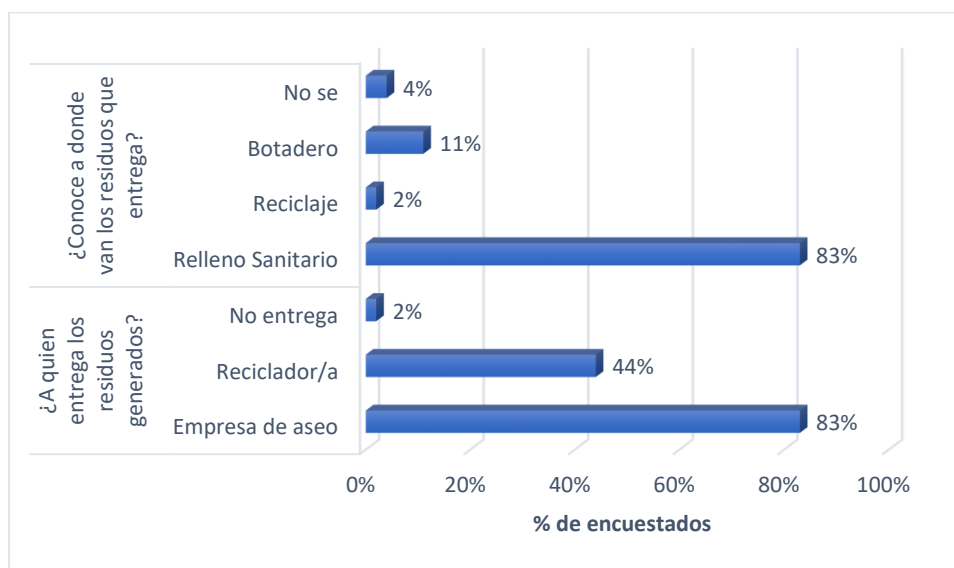
Disposición y generación de residuos.



En la *figura 22* se puede apreciar los tipos de residuos sólidos inorgánicos aprovechables que genera la población, arrojando como resultado que los materiales con mayor frecuencia de producción corresponden al plástico y papel con una representación del 92% y 86% respectivamente, seguido del cartón con un 58%, vidrio 24% y por último el metal aluminio con un indicador del 8% ubicándose en el material residual con menor generación por los habitantes encuestados; de lo anterior se deduce que la cantidad de residuos inorgánicos que resultan, es directamente proporcional a lo que generalmente tiene una mayor comercialización. Por otro lado, el 70% de la población comunicó realizar prácticas de separación al momento de disponer los residuos en las bolsas o canecas de basura, esto a pesar de que gran parte de los encuestados manifestara no haber recibido capacitaciones acerca de separación en la fuente de residuos sólidos mencionado en la *figura 21*, y un 30% afirmó mezclar los residuos que resultan de sus actividades diarias, donde algunos manifestaron no efectuar la segregación por razones de que al momento de llevar sus basuras al carro recolector, los operarios de igual forma arrojaban todo sin importar si contaban con dicha separación.

Figura 23

Conocimiento sobre disposición final de los residuos generados.



Con respecto a la figura 23, los habitantes de la cabecera municipal encuestados registraron entregar los residuos sólidos que generan a la empresa municipal de residuos sólidos, siendo estos un dato representativo equivalente al 83%, seguido de un 44% el cual hace referencia a las personas cuyos residuos luego de realizar separación, los reciclan o entregan a personas dedicadas a la labor del reciclaje y un 2% de esta población manifestó no hacer entrega de sus residuos puesto que realizan actividades convencionales para su disposición final como lo son la quema y sepultura. Así mismo, el 83% de los encuestados tiene conocimiento sobre el destino dado a los residuos sólidos que depositan en el carro recolector, además de saber lo que es un relleno sanitario, un 11% comunicó pensar que los residuos se llevan a botaderos a cielo abierto teniendo como idea que eran semejantes a los rellenos sanitarios, un 4% expresó no saber a dónde van a parar dichos residuos y solo el 2% respondió ser destinados al reciclaje a pesar de que más del 40% realizara entrega de residuos aprovechables a personal reciclador.

4.2. FASE 2. Valoración del sistema de recolección de residuos sólidos actual.

4.2.1. Actividad I. Revisión del plan de recolección de residuos sólidos actual.

El servicio de recolección de residuos sólidos urbanos está a cargo del municipio por medio de la empresa de servicios públicos, Empiendamó E.S.P. en la cual cuentan con el camión recolector especializado, dedicado específicamente a la labor de recolección de residuos sólidos generados.

La frecuencia de recolección de residuos en el municipio de Piendamó consta de 2 rutas establecidas y organizadas para los días, lunes y jueves y martes y viernes. A continuación, se ilustra por medio de una tabla, la frecuencia de recolección de residuos.

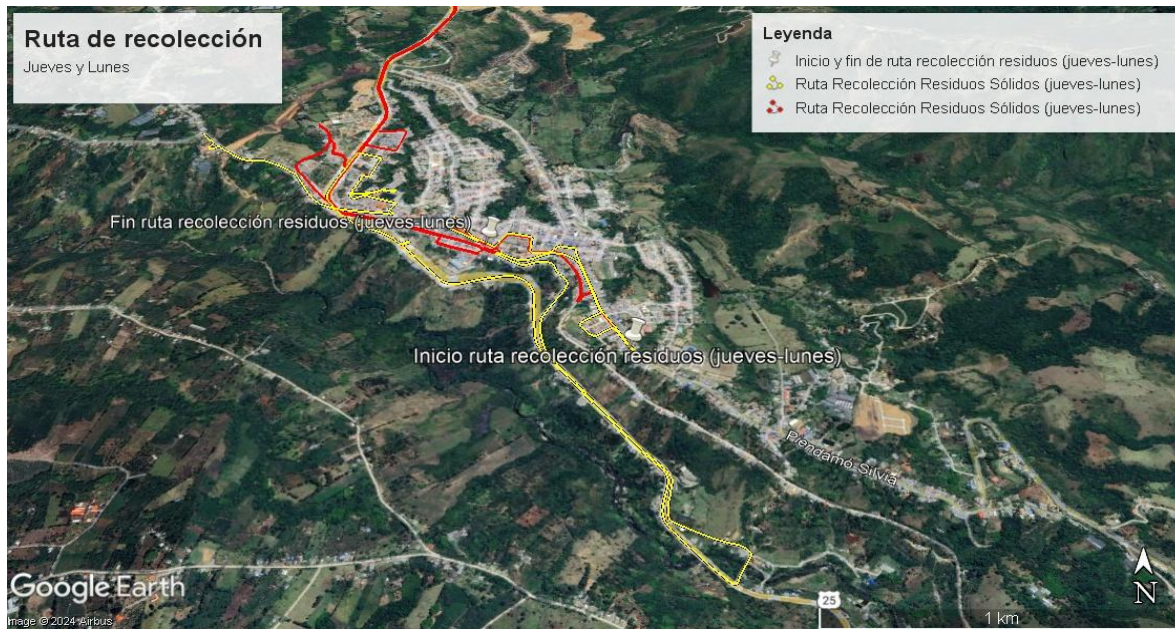
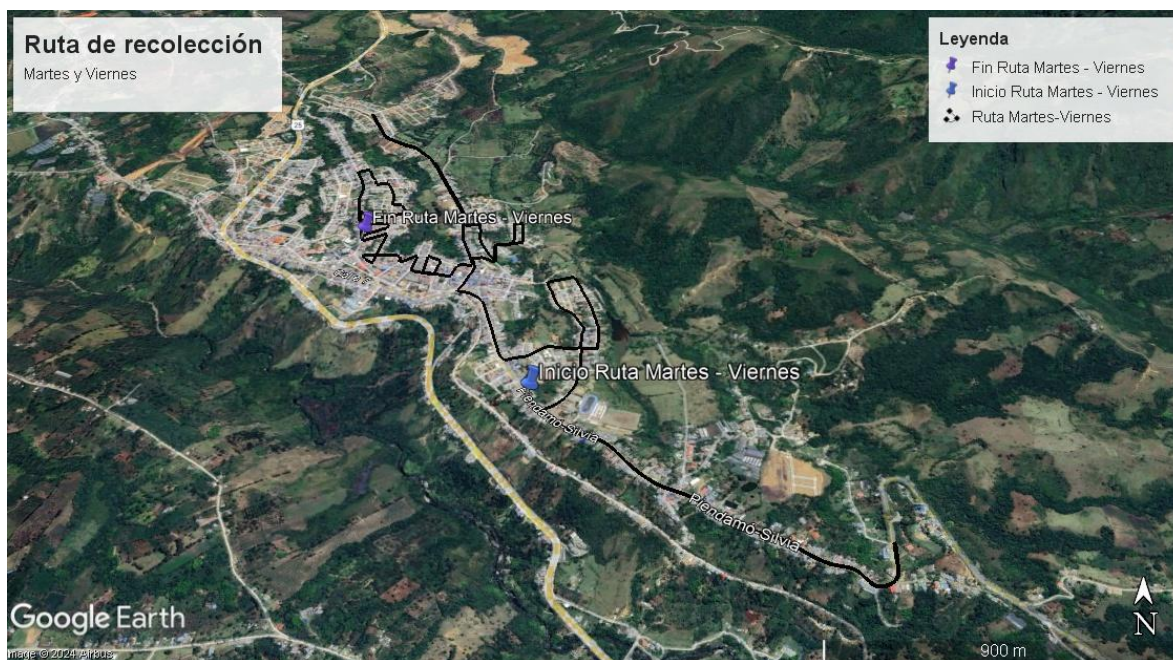
Tabla 13

Tabla de frecuencia de recolección.

Zona	Frecuencia	Ruta	Día
Casco urbano	4 veces por semana	Ruta 1	Lunes
			Jueves
		Ruta 2	Martes
			Viernes

Nota. Elaboración Propia, información PGIRS Piendamó, Cauca [15].

A continuación, se presentan las rutas que realiza el carro recolector los días establecidos para esta actividad, donde la primera ruta se divide en dos subrutas que cuentan con recorridos de aproximadamente 22.2 km y 16.73 km; para la segunda ruta, con 12.3 km de recorrido aproximadamente. Cabe resaltar, que el trayecto de una de las subrutas (ruta de mayor kilometro) de los días lunes y jueves abarca centros poblados como Tunía y El Hogar. El recorrido a mostrar fue trazado realizando el recorrido junto con los operarios de aseo, debido a que no existe información específica y técnica sobre las macro y micro rutas.

Figura 24*Ruta 1 – Lunes y Jueves.**Nota.* Elaborado en Google Earth, año 2024.**Figura 25***Ruta 2 – Martes y Viernes.**Nota.* Elaborado en Google Earth, año 2024.

Se encontró dentro del plan de gestión integral de residuos sólido PGIRS, aspectos e información que apoye en la creación de una alternativa para la gestión de los residuos sólidos aprovechables. La información se organizó dentro de la tabla presentada a continuación:

Tabla 14

Sistema de recolección.

Parámetro	Unidad	Resultado
Horario de recolección	horario	5am – 12m
Generación per cápita RSU	Kg.habitante/día	0.53
Asociaciones recicladoras	Si/No	No, según informe PGIRS
Vehículo de recolección	Si/No	Si
Modo de recolección	Forma de recolección	Recolección en acera y/o andenes
Zonas de acopio	Si/No	Si

Nota. Elaboración propia, información PGIRS Piendamó, Cauca [15].

Los horarios de recolección establecidos por la empresa de servicios públicos municipal inician a las 5 am y terminan aproximadamente al medio día, esto asignado para las dos rutas. De acuerdo con información encontrada en el plan de gestión integral de residuos, la producción per cápita registrada por habitante residente en el municipio de Piendamó, Cauca es 0.53 kg/día, teniendo en cuenta que la muestra poblacional tomada para hallar este resultado fue de 17933 habitantes. Ahora bien, en relación con la existencia de asociaciones de recicladores de oficio legalmente constituidas, no hay registro alguno dentro del informe.

Como se mencionó anteriormente, la recolección se realiza por medio del camión para la recolección de residuos sólidos urbanos. La empresa municipal de servicios públicos Empiendamó E.S.P. cuenta con dos vehículos con características especiales para la ejecución de esta labor, con capacidad de aproximadas a 9 toneladas, de compactación mecánica y sistema de compactación que puede detenerse en caso de alguna emergencia, evitando a su vez, el esparcimiento de residuos y partículas durante el transcurso de recolección.

Figura 26

Vehículos recolectores de residuos sólidos urbanos RSU.



La recolección de los residuos sólidos urbanos del municipio, se realizan por medio de método de acera, en donde los usuarios suscriptores al servicio de aseo disponen de sus residuos generados, sobre los andenes y aceras de las calles por donde hace el recorrido el carro recolector y los operarios depositan dichos residuos sobre el vehículo que luego de terminar por completo la ruta, efectúa la disposición final en el relleno sanitario Los Picachos, a cargo de la empresa URBASER.

4.2.2. Actividad II. Análisis de la situación actual de la gestión de residuos sólidos aprovechables.

A continuación, se muestra la matriz con la cual se evaluó la situación actual del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de los programas de transporte, recolección y aprovechamiento.

Tabla 15*Diligenciamiento matriz de evaluación PGIRS*

Matriz de evaluación de programas de recolección y aprovechamiento dentro del PGIRS del municipio de Piendamó					
Aspecto	Parámetro	Objetivo	Unidades	Meta	Resultado
Recolección, Transporte y Transferencia	Cobertura de recolección de área urbana	Mantener la cobertura de recolección en un alto porcentaje	%	100% de cobertura en servicio de recolección de RS	100%
	Frecuencia de recolección en el área urbana	Mantener una óptima frecuencia de recolección en el área urbana	Veces/semana	Número de frecuencias implementadas	4
	Cantidad y manejo de puntos críticos en el área urbana	Garantizar el saneamiento, seguimiento y control de los puntos críticos identificados	Si/No	Eliminación de puntos críticos y 100% de seguimiento y control	No
		Censo puntos críticos en área urbana	Unidad	Censar el total de puntos críticos en el área urbano	2
Aprovechamiento	Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento en el área urbana.	Ubicar centro de acopio para el almacenamiento y comercialización del material	Si/No	Centro de acopio para almacenamiento del material aprovechable inorgánico recolectado en la ruta selectiva	Si
		Cantidad de bodegas o centros de acopio de material residual aprovechable	Unidad	Número de bodegas para material aprovechable inorgánico	2
	Cantidad total de recicladores de oficio	Promover la creación, funcionamiento y formalización de organizaciones de recicladores	Unidad	Una asociación de reciclaje encargada de las actividades de recolección, transporte, aprovechamiento y comercialización de residuos sólidos	0
	Cantidad de recicladores de oficio que pertenezcan a una organización o gremio				
	Cobertura de rutas selectivas	Crear ruta selectiva	Unidad / %	100% de cobertura de recolección de la ruta selectiva diseñada	0%
	Cantidad de residuos aprovechados por tipología de material	Incrementar la recuperación de los residuos que sean susceptibles de aprovechar	%	Recuperación de residuos que sean de característica aprovechable	0%
	Población capacitada en temas de separación en la fuente	Implementar estrategias de reciclaje y separación en la fuente a población del municipio	%	100% de ejecución de estrategias diseñadas para la capacitación de población en temas de separación en la fuente	50%

Nota. Elaboración e información a partir de PGIRS Piendamó, Cauca [15].

Para el programa de “Recolección Transporte y Transferencia” se obtuvo información acerca de la frecuencia en la recolección de los residuos sólidos, la cobertura que esta tiene sobre el área urbana del municipio e identificación de los puntos críticos, en los cuales se halló el cumplimiento del 100% de la cobertura para realizar las actividades de recolección de los residuos sólidos urbanos, cumpliendo con lo establecido en el objetivo y meta del PGIRS; la frecuencia en que se ejecutaban las labores de este programa, también mencionados en la **tabla 13**, es de 4 veces por semana brindando dos rutas óptimas para los residuos que genera la población. Los puntos críticos de acuerdo con la información pactada en el documento de gestión de material residual se encontraron dos dentro del área urbana, sin embargo, de acuerdo con lo apreciado en la **tabla 11** los puntos críticos existentes han aumentado a 9, dando un cumplimiento nulo a la meta y objetivo de este parámetro.

En cuanto al programa de “aprovechamiento” el total de bodegas dedicadas al acopio de material reciclable que se encontraron según el PGIRS, es de 2, las cuales realizan actividades de compra y venta del material con potencial reciclable categorizadas como centros de acopio pequeños, no obstante, de acuerdo con el censo realizado en el presente trabajo (*Tabla 12*) aunque también se registraron 2 bodegas, éstas estuvieron categorizadas como medianas – pequeñas, al superar los 150 m² en su área de expansión; los recicladores de oficio registrados dentro del PGIRS tiene un total de 9 personas dedicadas a la labor de reciclaje y todas en condición de independientes, es decir, sin pertenecer a alguna organización o asociación, esto difiere con lo contemplado en el censo realizado e ilustrado en la **figura 7** observando 12 recicladores de oficio censados, entre ellos 10 pertenecientes a la asociación Revivo Tierra Limpia y 2 categorizados independientes; para la cobertura de la ruta selectiva de residuos aprovechables, el municipio no cuenta con una que realice la recolección del material con potencial reciclable, a lo que no estaría cumpliendo los objetivos y meta establecidos por lo que difícilmente se puedan desarrollar esquemas de sostenibilidad que aborden las deficiencias halladas en algunas actividades de los programas del PGIRS; en relación con la cantidad de residuos sólidos aprovechados por tipo de material, no existe la realización de dicha actividad según lo manifestado en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, pues está registrado que esta acción la llevan a cabo los recicladores residentes en la zona urbana no haciendo participe la administración municipal ni la empresa de servicios públicos; por último las capacitaciones enfocadas en la separación en la fuente tienen un cumplimiento del 50%, pues se han realizado labores de educación ambiental en diversos

sectores sociales, sin embargo, fueron realizados en periodos no tan continuos por lo que existe un desempeño parcial de este ejercicio.

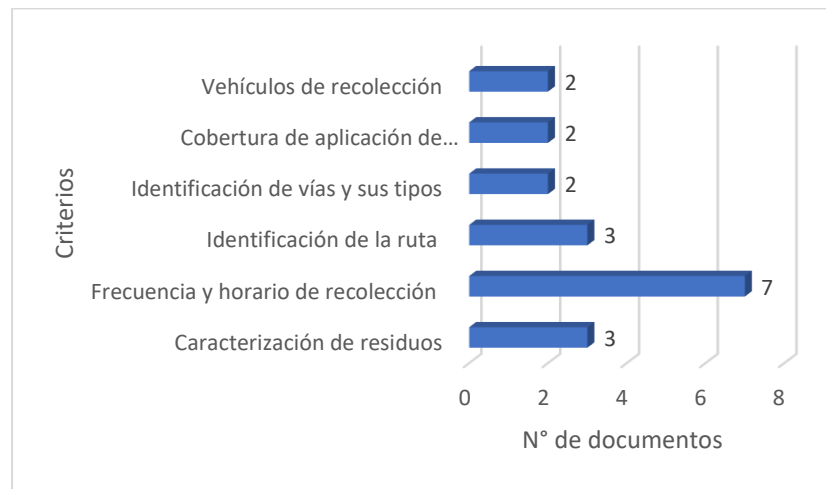
Ya teniendo en cuenta la información proporcionada por la matriz de evaluación de los programas referentes a la gestión de residuos sólidos aprovechables inorgánicos, se puede indagar sobre alternativas que aporten a la mejora y control de los residuos con potencial reciclable.

4.2.3. Actividad III. Recopilación documental.

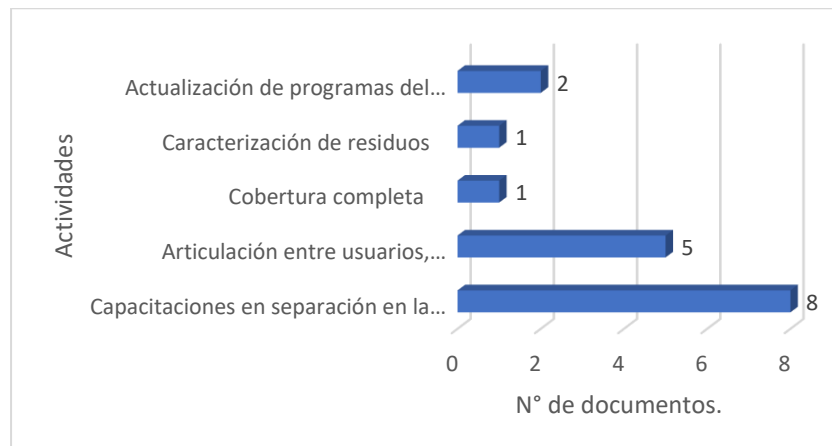
El mapeo sistemático permitió el acceso a información la cual facilitó la toma de decisiones al momento de formular la alternativa de solución para la gestión de residuos sólidos aprovechables inorgánicos. La búsqueda se realizó en la base de datos de Google Scholar con los criterios de inclusión y exclusión aplicados de acuerdo con la *Tabla 5* con el fin de descartar los documentos que no contaban con la información relacionada a la pregunta de investigación a partir del análisis de títulos y resúmenes.

Teniendo un panorama más amplio de la gestión dada a los residuos sólidos aprovechables en la cabecera municipal e información más acertada del manejo dado a los mismos, se categorizó la búsqueda en tres aspectos, siendo estos, criterios de diseño de una ruta selectiva, sostenibilidad de una ruta selectiva y separación en la fuente. En la búsqueda se obtuvo un total de 70 documentos a los cuales se le aplicaron los criterios de inclusión y exclusión para estrechar aquellos que no cumplieran con lo planteado en la pregunta de investigación.

Como resultado del proceso de depuración, se seleccionaron 17 documentos, incluyendo la resolución 754 de 2014, el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, título F, sistemas de aseo urbano y la resolución 2184 de 2019 la cual modifica la resolución 668 de 2016 sobre el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones junto con el código de colores para la separación en la fuente de los residuos.

Figura 27*Criterios de diseño de ruta selectiva.*

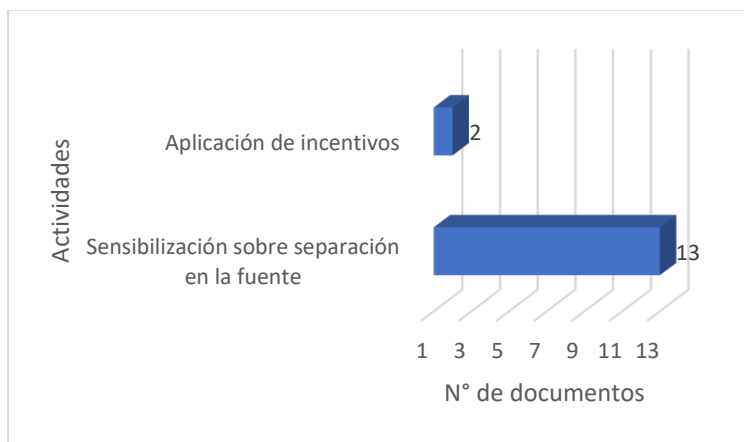
La figura 27 contiene información de los criterios de diseño considerados en el momento del diseño de una ruta selectiva de residuos sólidos aprovechables, en donde las opciones con mayor representatividad fueron la de caracterización de residuos sólidos, identificación de rutas existentes y frecuencia y horario de recolección estipulados en los municipios o ciudades donde se hace la recolección de residuos, siendo esta última, el dato mayor tenido en cuenta al momento de planear el diseño de una ruta selectiva sugiriendo su realización entre 1 a 2 veces por semana, o al menos 2 veces en el mes. Otros criterios encontrados fueron la identificación vías, cobertura aplicada a la alternativa y los vehículos a emplear para la recolección de los residuos.

Figura 28*Sostenibilidad de la ruta.*

En la *figura 28* se presentan datos relacionados a la sostenibilidad de una ruta selectiva, observando que las prácticas con mayor aplicación para esta categoría son las de realizar articulaciones con distintos sectores poblacionales referentes al manejo de los residuos sólidos, siendo estos los recicladores, usuarios y empresa prestadora de servicio para que trabajen en conjunto con el objeto de que la ruta sea viable y se mantenga y la realización de capacitaciones de educación ambiental con un enfoque a la gestión y manejo de residuos sólidos que minimice el trabajo de selección de los mismos. Otros datos encontrados fueron tener actualizada la información de programas del PGIRS, caracterización de los residuos sólidos y mantener una cobertura completa de la ruta, estos con una representatividad de mayor a menor respectivamente.

Figura 29

Separación en la fuente.



Para la *figura 29* la categoría “separación en la fuente” obtuvo dos resultados dentro de la búsqueda, las cuales hacen referencia a la aplicación de incentivos como medida de mejora para la actividad de separar adecuadamente los residuos sólidos y la sensibilización a comunidad enfatizados en buenas prácticas de separación en la fuente. Esta última obtuvo mayor representación, pues realizando campañas de educación ambiental se puede llegar a garantizar una mejor cultura en la gestión de los residuos sólidos que favorezcan a las alternativas de aprovechamiento, haciéndolas más viables y eficientes.

4.3. FASE 3. Diseño de una alternativa para la gestión integral de residuos sólidos aprovechables.

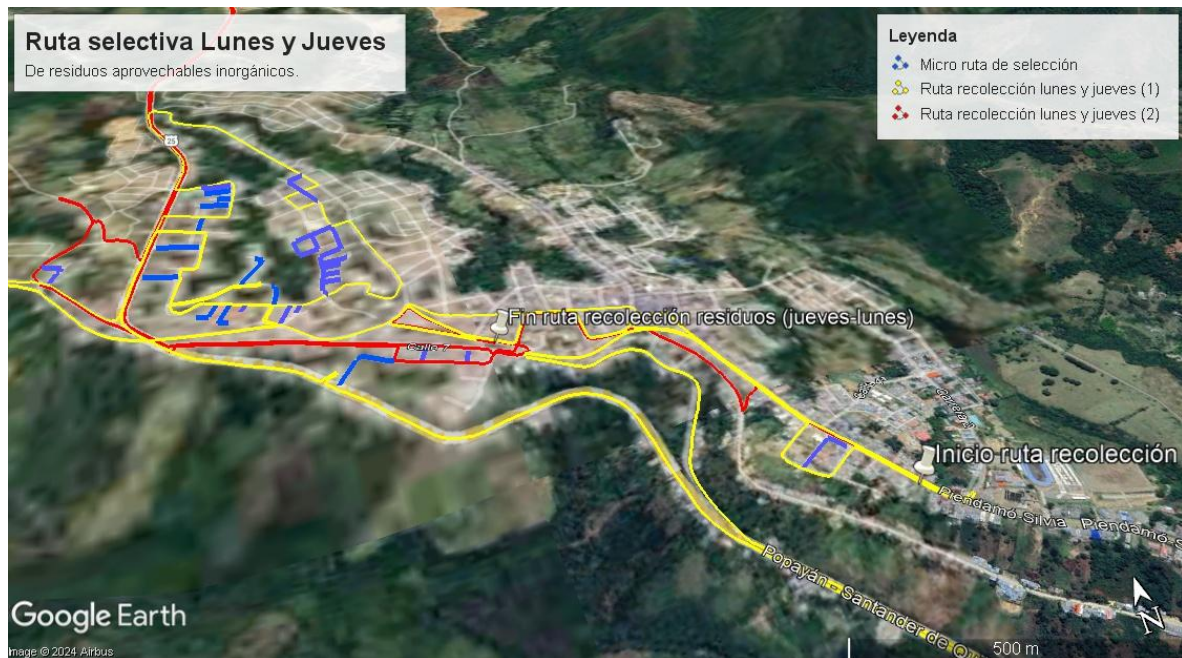
4.3.1. Actividad I. Propuesta de la ruta selectiva de residuos aprovechables.

Con los resultados arrojados mediante los distintos instrumentos metodológicos se halló como alternativa principal la formulación de una ruta selectiva para los residuos sólidos inorgánicos con potencial reciclable, dado que no existe inicialmente un método para realizar la recolección de estos.

Para la marcación de las macro y micro rutas, se tomó como línea base las rutas ya establecidas para la recolección de residuos ordinarios urbanos ilustradas en las **figuras 24 y 25**, dejándolas fijas para la ruta de selección priorizándolas como macro rutas con el fin de que tengan como destino el recorrido en un vehículo motorizado, teniendo en cuenta que las vías establecidas ya poseen conocimiento sobre el estado y sentido de estas, además de tener un 100% de cobertura sobre la cabecera municipal. Lo anterior a causa de la falta de información por parte de la administración municipal sobre aspectos relacionados a las condiciones y direcciones de las vías existentes en el casco urbano del municipio.

En consecuencia, se procede a señalar micro rutas por donde se considere compleja la movilidad para un vehículo motorizado al momento de realizar la recolección del material residual aprovechable, siendo así que por medio de los recicladores de oficio y/u operadores del servicio de aseo, se haga la actividad manualmente.

A continuación, se presenta las micro rutas empleadas para las dos rutas de recolección de residuos con el fin de aplicar en la ruta selectiva.

Figura 30*Propuesta ruta selectiva 1.**Nota.* Elaborado en Google Earth, año 2024.**Figura 31***Propuesta ruta selectiva 2.**Nota.* Elaborado en Google Earth, año 2024.

Como se observa en las **figuras 30 y 31**, se dejaron fijas las rutas ya establecidas para la recolección de los residuos sólidos ordinarios urbanos, y se añadieron micro rutas en las que es difícil el acceso a un vehículo motorizado de gran magnitud, por lo que se propone la recolección del material residual de forma directa por operarios o recicladores de oficio en hogares, comercios o infraestructuras que se ubiquen dentro de estas. Las macro rutas están identificadas con trazos de color verde y rojo para la propuesta de la **figura 30**, y de color negro en la propuesta de la **figura 31**. Las micro rutas fueron marcadas de color azul en ambas propuestas con el fin de reconocerlas. Todo con el propósito de obtener una cobertura que comprenda gran parte de la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.

Otras disposiciones para el diseño de la ruta selectiva en cuanto información del plan de gestión integral de residuos sólidos y características del municipio son las siguientes:

- El recorrido que realizan los vehículos recolectores son 4 días a la semana siendo estos los días lunes, martes, jueves y viernes, a lo que se toma como opción viable, la recolección del material reciclable para el día miércoles, con un horario en horas de la mañana, puesto que, en las tardes, la empresa de servicios públicos lleva a cabo la limpieza en el punto de la plaza de mercado haciendo uso de los camiones y personal operativo.
- Según el tiempo productivo de recolección de residuos respecto al PGIRS, este cuenta con un promedio de 3.9 horas para las rutas lunes y jueves, y un promedio de 2.9 horas para las rutas de los martes y viernes.
- Proyectada la información se sugiere realizar la recolección selectiva los días miércoles en horas de la mañana que comprendan un promedio de 4 horas de recorrido. (Se resaltan que se pueden presentar variaciones por distintos escenarios ocasionales). Podría orientarse a partir de las 6 am hasta las 10 am, siendo este un rango de horario en que las personas ya inician con sus actividades rutinarias.
- Intercalar semanalmente las rutas propuestas, es decir, una semana la ruta propuesta de lunes y jueves, y la semana siguiente, la planteada conforme la ruta martes y viernes; todo con el fin de brindar una cobertura completa al casco urbano del municipio de Piendamó, Cauca.
- Se propone la recolección una vez por semana, con el propósito de evitar costos elevados en cuanto la operación de las rutas selectivas.

- Dada la disposición de la empresa municipal de servicios públicos de Piendamó, en relación con la implementación de la ruta de selección de residuos con potencial reciclable, se hace idea de la presencia de los carros recolectores para poner en marcha el recorrido de las rutas propuestas.

4.3.2. Actividad II. Planteamiento de criterios para estrategias que promuevan la sostenibilidad de la ruta selectiva.

Teniendo propuestas las rutas de selección de residuos sólidos aprovechables inorgánicos, se dispone a plantear algunos criterios para llevar a cabo el funcionamiento de estas, el cual sea acorde a las características del municipio, aspectos establecidos en la gestión de los residuos sólidos, la población y personas dedicadas a la recolección de material con potencial reciclable.

Conforme a lo anterior, se obtiene lo siguiente:

- Inicialmente, la empresa municipal de residuos sólidos presupueste el combustible de los vehículos recolectores mientras se solidifica y consolida la ruta selectiva en el municipio.
- Articular con recicladores de oficio y/o asociaciones para llevar a cabo el funcionamiento en conjunto de la ruta selectiva para la optimización de esta y a su vez tenga una asignación salarial que motive el objetivo de la actividad y así sea persistente conforme el tiempo.
- Generar un estudio de mercado para facilitar y proyectar la comercialización del material aprovechable o en su defecto elaborar estrategias de transformación y/o aprovechamiento que permitan establecer un valor agregado al residuo recuperado.
- Fomentar sobre la población una cultura amigable con el medio ambiente en relación con la separación y disposición adecuada de los residuos sólidos y a su vez, por medio de incentivos motivar a las personas sobre las buenas prácticas sostenibles.

Los criterios definidos anteriormente permiten tener una línea base para el desarrollo de estrategias y sus respectivos componentes que den continuidad a un escenario de sostenibilidad de la alternativa escogida para la gestión de residuos sólidos aprovechables inorgánicos.

4.3.3. Actividad III. Formulación de estrategias

De acuerdo con los criterios definidos en la anterior actividad, se plantearon estrategias considerando distintos aspectos como objetivos, actividades, indicadores y cronogramas de las estrategias.

Tabla 16*Formulación de estrategias.*

Estrategia	Eje	Objetivo	Actividad	Meta	Indicador	Proyección de cumplimiento			
						2025	2026	2027	2028
Consolidación de la ruta selectiva	Cobertura de la ruta de selección de residuos inorgánicos	Implementar la ruta selectiva en la cabecera municipal de Piendamó	Pilotaje de la ruta selectiva en zonas centrales del municipio.	70% de cobertura en el casco urbano del municipio	% de cobertura	20%	35%	50%	70%
	Frecuencia de recolección	Fijar la frecuencia de recolección de la ruta selectiva	Ruteo intercalado de acuerdo con las propuestas planteadas	2 rutas selectivas intercaladas quincenalmente	No. de veces	1ra propuesta	2da propuesta	Intercalado quincenal	
	Horarios de recolección	Establecer horarios de recolección para la ruta de selección	Optimización en horarios de recolección	3 horas promedio de ruteo efectivo	Horas	4 h	4 h	3,5 h	3 h
Asociación con recicladores de oficio	Formalización de asociación de recicladores	Formalizar el gremio reciclador en una sola asociación para facilitar gestiones	Articulación con administración municipal	Mejorar la gestión de los residuos aprovechables	Proyecto en convenio firmado	30%	50%	70%	100%
			Unificación gremial de recicladores de oficio	Registrar una sola asociación de recicladores para que los recursos destinen	Asociación conformada	50%	60%	80%	100%

		a un solo lugar.							
Sensibilización y educación ambiental	Mejora en vehículos automotores para la ruta selectiva	Implementar estrategias para la adquisición de vehículos	Subsidio en adquisición de automotores para micro rutas	Subsidio del 40%	% de subsidio	10%	20%	30%	40%
			Subsidio en adquisición de automotores para micra rutas	Subsidio del 40%	% de subsidio	10%	20%	30%	40%
	Programas de educación con enfoque ambiental	Programar campañas de educación con enfoque ambiental en distintos sectores de la población de la cabecera municipal de Piendamó	Campaña de educación de separación en la fuente en instituciones educativas	100% de las instituciones del municipio	% de instituciones sensibilizadas	50%	70%	90%	100%
			Campañas de educación de separación en la fuente en la comunidad por infogramas	80% del casco urbano del municipio	% de comunidad sensibilizada	40%	60%	80%	100%
			Campaña de educación en relación con la labor de reciclaje al gremio reciclador	100% de recicladores de oficio de la cabecera municipal	% de recicladores sensibilizados	50%	70%	80%	100%

Durante el proceso de pasantía, se adelantaron actividades de capacitación y sensibilización en instituciones, juntas de acción comunal y sector comercio con el fin de que adoptaran mejores prácticas de separación en la fuente de residuos sólidos.

A continuación, se adjunta evidencia de los procesos de sensibilización ambiental a diversos sectores sociales:

Figura 32

Jornada de sensibilización en instituciones.



Figura 33

Jornada de sensibilización en juntas de acción comunal.



Figura 34

Jornada de sensibilización en sector comercial.



Finalmente, la implementación de una ruta selectiva, en conjunto con la aplicación de programas de sensibilización y capacitación ambiental, formalización y articulación con el gremio reciclador, pueden mitigar los impactos negativos que conciernen a la inadecuada gestión de los residuos sólidos fomentando procesos dirigidos al fortalecimiento en la participación de las partes interesadas, siendo estas, la comunidad, empresa de servicios públicos y recicladores de oficio con el fin de buscar el mejoramiento en cuanto a la sostenibilidad ambiental, social y económica del sistema.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se logró caracterizar los residuos sólidos inorgánicos, el cual nos permitió conocer los materiales que más se generan dentro de la cabecera municipal de Piendamó, Cauca, siendo estos el papel, plástico y cartón con mayor porcentaje, además de identificar la producción per cápita en relación con los residuos sólidos aprovechables, lo que permite tener una línea base para realizar un estudio de mercado en cuanto a la comercialización de material con potencial reciclable.

Gran parte de la población encuestada no ha recibido capacitaciones o campañas de sensibilización sobre manejo adecuado de los residuos sólidos y separación en la fuente, además, de no estar al tanto en cuanto a normativas como la resolución 2184 de 2019, la cual expone la adecuada separación de residuos sólidos según su origen y tipología por medio del código de colores. Aun así, las personas hacían el esfuerzo de caracterizar en sus hogares los residuos antes de su entrega al vehículo recolector.

Hay desconfianza por parte de la comunidad Piendamoneña hacia la empresa de servicios públicos y la administración municipal según lo manifestado por la misma población, sin embargo, a pesar del cuestionamiento por parte de los habitantes de la cabecera municipal de Piendamó, Cauca con la empresa local prestadora de servicios, la comunidad tiene la disposición y voluntad de apoyar proyectos y actividades que resuelvan la gestión de los residuos sólidos y mejorar en este aspecto.

Se realizó una actualización en la identificación de puntos críticos de la cabecera municipal de Piendamó, Cauca, en donde se expuso el nivel de complejidad en que se encontraba, mostrando un panorama difícil al no existir un saneado completo en estas zonas causando riesgos sobre la salud de las personas por la proliferación de plagas y vectores que pueden transportar enfermedades, sin dejar atrás el impacto ambiental que esto conlleva.

Se evidencia la presencia de recicladores de oficio en el municipio, así como la de una asociación conformada principalmente por madres cabeza de hogar. Todo el gremio manifestó nulo apoyo institucional teniendo en cuenta que reconocen la importancia de su labor en la sociedad, además de que gran parte pertenece al estrato socioeconómico categorizado en 1 con

poco nivel en la formación educativa, constatando la presencia de una brecha en la formación y el acompañamiento a los actores clave del reciclaje, lo que podría causar limitaciones en la eficiencia de la gestión de residuos y la adopción de prácticas sostenibles.

El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, contiene falta de información actualizada en algunos aspectos como el número de recicladores y asociaciones existentes en la cabecera municipal, la identificación de puntos críticos en la zona y poca información en cuanto a planos que ayuden en la visibilidad de las rutas establecidas para la recolección de residuos sólidos, así como el estado de las vías, los sentidos que tienen y su categorización relacionada con vías primarias y secundarias.

La ruta selectiva fue la alternativa más apropiada para futura implementación con fines de brindar una mejor gestión a los residuos sólidos aprovechables en la cabecera municipal de Piendamó logrando minimizar gastos en el programa de recolección y transporte de residuos y fomentando el buen manejo y disposición de los residuos sólidos en los hogares, comercios e instituciones del centro poblado teniendo en cuenta las deficiencias encontradas dentro del plan de gestión integral de residuos sólidos municipal.

5.2. Recomendaciones

Promover la realización de campañas de capacitación con mayor continuidad, enfocadas en la separación en la fuente y cuidado del medio ambiente con fines de crear una cultura más sensible a estos temas, mitigando los impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud pública.

Brindar un mayor apoyo al gremio reciclador, promoviendo la dignificación de este, siendo calificado como contribuyentes en la mejora del medio ambiente y saneamiento del municipio, así mismo, incluirlos en los programas que conciernen en el aprovechamiento de material residual óptimo para su comercialización y promoción de la economía circular.

Tener actualizada y sistematizada la información que concierne a los programas de recolección, transporte y aprovechamiento relacionados al PGIRS, como también, actualización de los planos, estados, sentidos viales y categorización de las vías por donde están empleadas las rutas para la recolección de residuos sólidos.

Monitorear periódicamente las actividades de aprovechamiento del material reciclable, como el volumen de residuos reciclados, la participación de la población y el sector reciclador con el fin de emplear mejoras en la ejecución del programa aumentando la operatividad en la gestión de estos residuos.

Referencias

- [1] A. Rodríguez Guerra y K. A. Baca Cajas, «Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América», *Rev. Ecuat. Med. Cienc. Biológicas REMCB*, vol. 43, n.º 1 (Mayo), pp. 49-61, 2022, doi: 10.26807/remcb.v43i1.919.
- [2] C. Domínguez Torres, «Determinantes de la separación de residuos sólidos en la fuente: La evidencia de Bogotá.», Trabajo de grado - Maestría, Universidad de Los Andes, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/2bc46af2-8f9c-4157-8cd2-a607075921b2>
- [3] United Nations Environment Programme, *Global Waste Management Outlook 2024 - Beyond an age of waste: Turning Rubbish into a Resource*. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/44939>
- [4] S. Kaza, L. C. Yao, P. Bhada-Tata, y F. Van Woerden, *Publicación: What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Banco Mundial. [En línea]. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a>
- [5] A. C. Carvajal Suárez, «Esquema de aprovechamiento de residuos sólidos comunes para la UPB bajo el concepto de economía circular.», Trabajo de grado - pregrado, Universidad Pontificia Bucaramanga, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5402>
- [6] Q. Aguilar-Virgen, C. Armijo-de Vega, P. Taboada-González, y X. M. Aguilar, «Potencial de recuperación de residuos sólidos domésticos dispuestos en un relleno sanitario», *Rev. Ing.*, n.º 32, pp. 16-27, nov. 2010.
- [7] S. Das y B. Kr. Bhattacharyya, «Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes», *Waste Manag.*, vol. 43, pp. 9-18, sep. 2015, doi: 10.1016/j.wasman.2015.06.033.
- [8] Banco Mundial, «Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos», Grupo Banco Mundial. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- [9] E. Caicedo, «Informe: los residuos en el mundo no paran de aumentar y el reciclaje no es suficiente», *El Tiempo*. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/vida/medio->

ambiente/residuos-en-el-mundo-no-paran-de-aumentar-y-el-reciclaje-no-es-suficiente-860754

- [10] C. A. Rivas Arias, «Uso Eficiente de Recursos agua y Energía». Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 17 de octubre de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx>
- [11] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Hoy no se habla de basura, sino de residuos que son insumos para productos: Minambiente.» [En línea]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/hoy-no-se-habla-de-basura-sino-de-residuos-que-son-insumos-para-productos-minambiente/>
- [12] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Cauca 2040*. 2016. [En línea]. Disponible en: https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/aproximacion__al_territorio/Cauca.pdf
- [13] M. del P. Sánchez Muñoz, J. G. Cruz Cerón, y P. C. Maldonado Espinel, «Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación.», *Rev. Finanz. Política Económica*, vol. 11, n.º 2, Art. n.º 2, jul. 2019, doi: 10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6.
- [14] F. Puentes y L. Breukers, «Tratamiento de residuo sólidos en el marco de servicio público de aseo». Banco Mundial, 6 de agosto de 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/20210806-entregable-1-v5-definitiva_0.pdf
- [15] EMPIENDAMÓ E.S.P., «Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Piendamó (PGIRS) 2019-2030». 26 de febrero de 2019.
- [16] J. C. Rodríguez Contreras, «Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos Domiciliarios en Colombia: Mitos y Realidades», Trabajo de grado - postgrado, Universidad Militar Nueva Granada, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://repository.umng.edu.co/items/52a4e985-31a6-49e7-b48b-bcc42f4f7fde>
- [17] E. C. Rada, M. Ragazzi, y P. Fedrizzi, «Web-GIS oriented systems viability for municipal solid waste selective collection optimization in developed and transient economies», *Waste Manag.*, vol. 33, n.º 4, pp. 785-792, abr. 2013, doi: 10.1016/j.wasman.2013.01.002.

- [18] S. Das y B. Kr. Bhattacharyya, «Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes», *Waste Manag.*, vol. 43, pp. 9-18, sep. 2015, doi: 10.1016/j.wasman.2015.06.033.
- [19] G. S. Olivares, «Los recolectores informales de residuos en los procesos de sostenibilidad: Experiencias europeas inclusivas», Tesis doctoral, Universitat de Barcelona, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/119481>
- [20] M. Correal y A. Laguna, «Estimación de costos de recolección selectiva y clasificación de residuos con inclusión de organizaciones de recicladores: Herramienta de cálculo y estudios de caso en América Latina y El Caribe», Inter-American Development Bank, may 2018. doi: 10.18235/0001127.
- [21] L. M. Pineda López y C. F. Aranda Rivera, «Diseño de un modelo de recolección de rutas selectivas de los residuos aprovechables, como apoyo a las asociaciones de recicladores de la ciudad de Tunja- Boyacá.», Trabajo de grado - pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/13520>
- [22] Á. M. Niño Torres, J. M. Trujillo González, y A. P. Niño Torres, «Gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de villavicencio. Una mirada desde los grupos de interés: empresa, estado y comunidad.», *Luna Azul*, n.º 44, pp. 177-187, jun. 2017, doi: 10.17151/luaz.2017.44.11.
- [23] D. A. Suarez Moreno, «Diseño e implementación de rutas de recolección de residuos aprovechables en el casco urbano del municipio de Puerto López», Trabajo de grado - pregrado, Universidad Santo Tomás, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/28107>
- [24] D. Pabón Patiño, «Ejecución de los programas de recolección - transporte en el área urbana y gestión de los residuos sólidos en los centros poblados de Siberia y Pescador, establecidos del PGIRS para el municipio de Caldon - Cauca», Trabajo de grado - pregrado, Uniautónoma del Cauca., 2018. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uniautonomia.edu.co/handle/123456789/225>
- [25] Presidente de la República de Colombia, «Decreto 1077 de 2015 Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.» [En

- línea]. Disponible en:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>
- [26] Parlamento Europeo, «Economía circular: definición, importancia y beneficios», Temas | Parlamento Europeo. [En línea]. Disponible en:
<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- [27] Congreso de la República de Colombia, «Ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.» [En línea]. Disponible en:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- [28] Congreso de la República de Colombia, «Ley 142 de 1994 Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.» [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>
- [29] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Resolución 2184 de 2019». Accedido: 4 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-2184-de-2019/>
- [30] Presidente de la República de Colombia, «Decreto 838 de 2005 por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.» [En línea]. Disponible en:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=16123>
- [31] Presidente de la República de Colombia, «Decreto 1505 de 2003 Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.» [En línea]. Disponible en:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8434>
- [32] Presidente de la República de Colombia, «Decreto 596 de 2016 Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones.» [En línea]. Disponible en:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=69038>

- [33] Presidente de la República de Colombia, «Decreto 2981 de 2013 Por la cual reglamenta la prestación del servicio público de aseo.» [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56035>
- [34] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «Resolución 754 de 2014 Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos». 25 de noviembre de 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/resolucion-754-de-2014.pdf>
- [35] ICONTEC, *GTC 24:2009 Gestion ambiental. Residuos solidos. Guia para la separacion en la fuente*. 2009.
- [36] E. Alayón Castro, «Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos», *INVENTUM*, vol. 15, n.º 29, Art. n.º 29, 2020, doi: 10.26620/uniminuto.inventum.15.29.2020.76-94.
- [37] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de Pequeños Municipios en Colombia», jul. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.minvivienda.gov.co/guia-de-manejo-de-residuos-2017>
- [38] M. S. Collazos Moreno, «Implementación de tres programas dando cumplimiento al plan de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Timaná – Huila», Trabajo de grado - pregrado, Uniautónoma del Cauca., Uniautónoma del Cauca, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uniautonomadeuca.edu.co/handle/123456789/692>
- [39] A. R. Moreno Sánchez, «Salud y medio ambiente», *Rev. Fac. Med. México*, vol. 65, n.º 3, pp. 8-18, jun. 2022, doi: 10.22201/fm.24484865e.2022.65.3.02.
- [40] V. Paternina Escobar, «Fortalecimiento de buenas prácticas ambientales en la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos ejercida por la comunidad de recicladores de Montería», Trabajo de grado - pregrado, Universidad de Córdoba, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/7850>
- [41] J. E. Pabón Aristizabal, «Formalización de los recicladores de oficio como prestadores del servicio público de aprovechamiento: caracterización de las líneas de acción de asociación Reciclarte y sus recicladores asociados», Trabajo de grado - pregrado, Universidad de Caldas, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/19857>

- [42] S. Gil Escudero, «Caracterización de la recolección y transporte de residuos reciclables por parte de los recicladores del barrio El Ingenio del municipio Santiago de Cali.», Trabajo de grado - pregrado, Universidad del Valle, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/d874811f-15d2-4dd0-9206-b7d5a182100f>
- [43] J. A. Sánchez Díaz, «Estrategia para la reincorporación de los recicladores de oficio en las actividades formales de manejo de residuos en el Municipio de Girardot», Trabajo de grado - pregrado, Universidad de Cundinamarca, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/items/18e55f4b-685d-47f1-a310-b7288ca616e7>
- [44] Centro de Estudios para la Justicia Racial, «Resultados de pobreza monetaria 2021-2023: ¿Cómo le fue a la población afrodescendiente?», ILEX Acción Jurídica. [En línea]. Disponible en: <https://ilexaccionjuridica.org/resultados-de-la-gran-encuesta-integrada-de-hogares-2021-2023-como-le-fue-a-la-poblacion-afrodescendiente/>

Anexos

Anexo 1. Lista de chequeo para puntos críticos.

N°	LISTA DE CHEQUEO DE PUNTOS CRÍTICOS.			
			FECHA: DD/MM/AA	SITIO DE INSPECCIÓN: Cabecera Municipal de Piendamó, Cauca.
	OBJETIVO: 		Realizar una lista de chequeo con el fin de caracterizar las condiciones en que ese encuentran los puntos críticos de residuos sólidos localizados en la cabecera municipal de Piendamó, Cauca.	
	ASPECTO	CUMPLE		CALIFICACIÓN
		SI	NO	OBSERVACIÓN
	Presencia de contenedores para depósito de residuos sólidos.			
	Acumulación excesiva de residuos sólidos en el lugar.			
	Presencia de individuos, industria u otros, que arrojen residuos y/o escombros inadecuadamente.			
	Propenso a la presencia de plagas y propagación de enfermedades.			
	Propenso a la generación y llegada de vectores.			
	Existencia de impacto visual y/o paisajístico del lugar.			
	Apreciación de malos olores en el sitio.			

Anexo 2. Censo a recicladores.

	FORMULARIO ENCUESTA CENSO GREMIO DE RECICLADORES												
	FECHA: __/__/__	NOMBRE DEL ENCUESTADOR: _____											
1. IDENTIFICACIÓN DEL RECICLADOR													
1.1 Nombres y apellidos: _____ 1.2 Tipo de documento: a. C.C b. T.I c. Otro: _____ d. No tiene Nº: _____ 1.3 Edad: _____ 1.4 Genero: Femenino ____ Masculino ____ Otro: _____	1.5 Cabeza de hogar: SI __ NO __ 1.6 Estado Civil: a. Soltero(a) __ b. Casado(a) __ c. Divorciado(a) __ d. Viudo(a) __ 1.7 Estrato socioeconómico: <table border="1" data-bbox="1150 889 1472 984"> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">2</td> <td align="center">3</td> <td align="center">4</td> <td align="center">Otro:</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> 1.8 Contacto: 1.9 Dirección/Barrio: _____			1	2	3	4	Otro:					
1	2	3	4	Otro:									
2. CARACTERIZACIÓN SOCIAL.													

2.1 Nivel Educativo: a. Básica primaria __ b. Secundaria __ c. Técnica __ d. Tecnológico __ e. Universidad __ f. Ninguno __ 2.2 Tipo de vivienda: a. Casa __ b. Apartamento __ c. Habitación __ d. Otro _____ 2.3 ¿Cuenta con bodega o lugar de almacenamiento de residuos? SI __ NO __	2.4 La vivienda habitada es: a. Propia pagada __ b. Propia en proceso de pago __ c. Arrendada __ d. Otro _____ 2.5 Número de personas que conforman su hogar: <table border="1" data-bbox="1150 342 1472 440"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>Otro:</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> 2.6 La vivienda cuenta con servicios básicos sanitarios como: Agua potable __ Electricidad __ Alcantarillado __ Gas domiciliario __ Servicio de aseo __	1	2	3	4	Otro:					
1	2	3	4	Otro:							
3. CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE RECICLADOR(A)											
3.1 ¿Hace cuanto se dedica al reciclaje? _____ 3.2 ¿Qué hacía antes de dedicarse al reciclaje? _____ 3.3 ¿Cuántos días a la semana dedica al reciclaje? _____ 3.4 ¿Alterna el reciclaje con otro trabajo? _____ 3.5 ¿Pertenece a alguna organización de recicladores? SI __ ¿CUÁL? _____ NO __ 3.6 ¿Cómo ve la comunidad la labor de los recicladores de oficio? Malo __ Regular __ Bien __ Excelente __ 3.7 ¿Recibe apoyo institucional u organizaciones locales para la actividad del reciclaje?	3.8 Medio de transporte utilizado: a. Vehículo motorizado __ b. Tracción animal __ c. Tracción humana __ d. Triciclo __ e. Costal __ f. Otro _____ 3.9 Tipo de material recuperado: a. Metales __ b. Vidrios __ c. Papeles __ d. Plástico y pasta __ e. Cartón __ f. Otro _____ 3.10 Sitio de venta de material: a. Empresa __ b. Bodega __ c. Camión __ d. Organización recicladores __ e. Otro reciclador __ f. Otro _____ 3.11 ¿Cuánto estima que gana mensualmente con la actividad de reciclaje? \$ _____ 3.12 ¿Cuáles son los lugares principales de recolección de materiales? a. Puerta a Puerta __ b. Recorridos __ c. Otro: _____										

SI ___ NO ___	
4. ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES	
4.1 Considera que al ser reciclador/a de base en el municipio traería beneficios: Malo ___ Regular ___ Bueno ___ Excelente ___ 4.2 Cree usted que su labor impacta a la comunidad y medio ambiente de forma: Positiva ___ Negativa ___ No sabe ___ 4.3 ¿Participa en iniciativas de educación ambiental en la comunidad? SI ___ NO ___	4.4 ¿Qué mejoras o apoyos considera que son necesarios para su labor como reciclador/a de base? a. Apoyo institucional ☐ b. ☐ apoyo comunitario ☐ c. Apoyo familiar d. Otro ☐ _____ e. Ninguno ☐ 4.5 ¿Cuál o cuáles de estas opciones tiene como aspiración a futuro en relación con el reciclaje y su calidad de vida? a. Tener un lugar de almacenamiento de reciclaje ___ b. Tener un medio de transporte para el reciclaje ___
Observaciones:	Firma reciclador(a): _____ _____

Anexo 3. Censo bodegas de reciclaje.

	FORMULARIO ENCUESTA CENSO BODEGAS DE RECICLAJE		
	FECHA:	NOMBRE DEL ENCUESTADOR: _____	
1. INFORMACIÓN GENERAL			
1.1 Nombre de la bodega: _____ 1.2 NIT: _____ 1.3 Dirección/Barrio: _____ 1.4 Contacto/Número telefónico: _____ 1.5 Correo electrónico: _____		1.6 Nombre del representante legal: _____ 1.7 Tipo de documento: b. C.C b. T.I d. Otro: _____ d. No tiene N°: _____	
2 INFORMACIÓN OPERACIONAL.			

2.1 Área total del predio (m2): _____ 2.2 Materiales que reciben: b. Metales __ b. Vidrios __ c. Papel __ d. Plástico y pasta __ d. Cartón __ e. Otro: _____ 2.3 Proveedores: a. Recicladores de oficio __ b. Empresas generadoras de residuos __ c. Otro: _____	2.4 Destinos del material reciclado: Empresas comercializadoras de material reciclable __ Plantas de transformación __ Relleno sanitario __ Otro: _____ 2.5 Número de empleados: <table border="1" data-bbox="1186 435 1717 500"> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>Otro</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	Otro						
1	2	3	4	5	Otro								
3 INFORMACIÓN AMBIENTAL.													
3.1 ¿La bodega realiza algún tipo de tratamiento antes de su comercialización? SI __ NO __ ¿Cuál? _____ 3.2 ¿La bodega cuenta con algún programa de manejo de residuos sólidos? SI __ NO __ 3.3 ¿Cuántos días a la semana funciona el establecimiento? _____ 3.4 ¿Cómo ve la comunidad la labor de los recicladores de oficio? Malo __ Regular __ Bien __ Excelente __	3.5 ¿Recibe apoyo institucional u organizaciones locales para la actividad del reciclaje? SI __ NO __ 3.6 ¿Participa en iniciativas de educación ambiental en la comunidad? SI __ NO __ 3.7 Cree usted que su labor impacta a la comunidad y medio ambiente de forma: Positiva __ Negativa __ No sabe __ 3.8 ¿Cuánto estima que gana mensualmente con la actividad de reciclaje? \$ _____												
Observaciones: 	Firma reciclador(a): 												

Anexo 4. Encuesta poblacional.

	ENCUESTA PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD PIENDAMONEÑA FRENTE A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Sector: _____
Nombre: _____ Edad: _____ Tipo de vivienda: Casa ☐ Apartamento ☐ Otro: ☐ _____ Estrato socioeconómico: 1 ___ 2 ___ 3 ___ 4 ___ Otro: _____ ¿Cuántas personas habitan o conviven en el lugar: 1 ___ 2 ___ 3 ___ 4 ___ Otro: _____	
Conoce los tipos de residuos aprovechables: SI ___ NO ___ Tipo de residuos generados con mayor frecuencia: Papel Plástico ☐ Vidrio ☐ Metal ☐ Sabe que es separación en la fuente: SI ___ NO ___ De que manera desecha los residuos que genera: Separados ___ Mezclados ___ Otro: _____ A quien entrega los residuos generados: Empresa de aseo ___ Reciclador/a ___ No entrega ___ Otro: _____ Conoce a dónde van los residuos sólidos que entrega: Botadero ☐ Reno sanitario ☐ Río ☐ Otro: ☐ _____ Ha recibido capacitaciones a cerca de reciclaje de residuos y separación en la fuente: SI ___ NO ___	

Anexo 5. Guía de separación en la fuente de residuos sólidos.



Anexo 6. Infografía puntos críticos.

