



Diagnóstico del manejo y aprovechamiento de residuos sólidos para el mejoramiento interno de los procesos en la empresa Geoaseo en el municipio de Aguachica Cesar

Yennifer Vega Rodríguez

Informe de práctica para optar al título de Ingeniería ambiental

Asesor

Verónica Isabel Castro Sánchez, Candidata a Magister en Ingeniería Ambiental

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Pregrado

Medellín

2023

Cita	(Vega Rodríguez, 2023)
Referencia	Vega Rodríguez, Y. (2023). <i>Diagnóstico del manejo y aprovechamiento de residuos sólidos para el mejoramiento interno de los procesos en la empresa Geoaseo en el municipio de Aguachica Cesar</i> . [Práctica empresarial]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Nombres y Apellidos.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo quiero dedicarlo primeramente a Dios, porque me ha dado la sabiduría y el entendimiento para lograr todo lo que me he propuesto, me ha dado la fuerza y valentía para no rendirme y avanzar en cada paso que doy. También quiero dedicar el resultado de este trabajo a mi familia, especialmente a mi abuela, que siempre me animo a hacer lo que me gusta y a estudiar una carrera profesional, inculcando valores, principios y perseverancia que me han permitido estar donde estoy hoy, y a mis padres, que me han apoyado en todo momento, que con su amor, esfuerzo y entrega me han orientado para lograr lo que me propongo sin pedir nada a cambio.

Quiero dedicarle este trabajo también, a mi esposo quien ha estado conmigo en este trayecto de mi carrera y siempre he recibido su amor, apoyo incondicional y consejos para no rendirme y seguir adelante con esto. Y a mi hijo, que llego en un momento muy difícil de mi vida, pero que me ha dado la fuerza para continuar y por quien espero lograr muchas cosas.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecerles a mis padres por todo su apoyo y amor para cumplir todas mis metas, objetivos personales y académicos, también quiero agradecerle a la universidad de Antioquia por abrir sus puertas para brindarme el conocimiento para así obtener mi título profesional, a mi asesora de prácticas por el apoyo y correcciones que me hizo, para poder lograr culminar este proyecto. Quiero agradecerle a la empresa Geoaseo por darme la oportunidad de realizar las practicas allí, en la cual aprendí muchas cosas, que se, me servirán para mi vida laboral. Y, por último, a mis compañeros de carrera, con quienes reí y llore en los trabajos y parciales que realizábamos y con quienes disfrute mucho mi trayecto universitario.

Tabla de Contenido

Resumen.....	8
Abstract	9
Introducción	10
1 Objetivos.....	122
1.1 Objetivo general.....	122
1.2 Objetivos específicos.....	122
2 Marco teórico	12
3 Metodología	188
4 Resultados y Análisis	21
5 Conclusiones.....	30
Referencias.....	311
Anexos	344

Lista de tablas

Tabla 1 Normas legales sobre la gestión de los residuos sólidos.	14
Tabla 2 Porcentaje de la eficiencia del proceso de aprovechamiento en el periodo de noviembre de 2022 a marzo de 2023.	21
Tabla 3 Porcentaje del beneficio económico que se obtiene de cada material en el periodo de noviembre de 2022 a marzo de 2023.	24
Tabla 4. Beneficio económico del aprovechamiento de residuos en unidades monetarias.	28

Lista de figuras

Figura 1 Nuevo código de colores para la separación de los residuos solidos	15
Figura 2 3 y 4 Aprovechamiento de residuos	26
Figura 5 Corex (Tubo de cartón) – Material de rechazo	26
Figura 6 7 y 8 Material de rechazo por la incorrecta separación de los residuos	27

Siglas, acrónimos y abreviaturas

TRA	Total de Residuos Aprovechables
MR	Material de Rechazo
M	Material
MAE	Material Analizado Específicamente
TM	Total de Materiales
BE	Beneficio Económico
CDRM	Cantidad de Dinero Recogido Mensualmente
TDRM	Total de Dinero Recogido Mensualmente

Resumen

El aprovechamiento de residuos sólidos ha sido una alternativa muy importante para la sociedad porque ha permitido que algunos de éstos puedan tener un segundo uso a través de la reincorporación en los procesos productivos, lo que a su vez contribuye en la disminución del agotamiento de los recursos naturales para la elaboración de materias primas, en la reducción de la contaminación en los cuerpos de agua, aire y suelo y también, en que la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios sea menor. Es por ello que empresas como Geoaseo s.a.s e.s.p, ha visto en estos elementos una oportunidad, mediante el manejo de los residuos aprovechables, obteniendo un beneficio económico. De modo que se buscó estudiar el proceso del aprovechamiento realizado por la empresa para determinar su eficiencia y analizar el beneficio económico que se podía obtener en esta actividad. Para ello, se establecieron algunos indicadores que permitieron observar el proceso y que arrojaron como principal resultado que tanto para mejorar el proceso de aprovechamiento como para una retribución económica es importante considerar factores como la cantidad de residuos aprovechables, el precio que tienen los materiales en los lugares de compra y venta, además de todo el material de rechazo que se genera. Finalmente, también se establecieron alternativas que permitieran mejorar los procesos, como la educación y sensibilización a los usuarios de la empresa mediante las capacitaciones sobre la correcta separación de los residuos para aumentar el aprovechamiento de estos y a su vez disminuir el impacto sobre el ambiente.

Palabras clave: Diagnóstico, aprovechamiento, residuos sólidos, rellenos sanitarios, indicadores.

Abstract

The use of solid waste has been a very important alternative for society because it has allowed that some of these can have a second use through the reincorporation into production processes, which in turn contributes to the reduction of the depletion of natural resources for the production of raw materials, in reducing pollution in bodies of water, air and soil and also in the amount of waste arriving to landfills is less.

That is why companies such as Geoaseo s.a.s e.s.p, has seen in these elements an opportunity, through the management of usable waste, obtaining an economic benefit. Therefore, we sought to study the process of utilization carried out by the company to determine its efficiency and analyze the economic benefit that could be obtained in this activity. For this purpose, some indicators were established to observe the process and the main result was that in order to improve the utilization process as well as to obtain an economic retribution, it is important to consider factors such as the amount of usable waste, the price of the materials in the places of purchase and sale, in addition to all the rejection material that is generated.

Finally, alternatives were also established to improve the processes, such as educating and raising awareness among the company's users through training on the correct separation of waste in order to increase waste utilization and, in turn, reduce the impact on the environment.

Keywords: Diagnosis, utilization, solid waste, landfills, indicators.

Introducción

Desde la antigüedad el ser humano ha buscado obtener bienestar físico, emocional y económico para satisfacer sus necesidades produciendo bienes y servicios mediante la explotación de recursos naturales, los cuales al terminar el proceso productivo se convierten en residuos que son desechados en diferentes lugares como el suelo y el agua, este proceso se conoce como economía lineal, consiste en extraer, producir, consumir y desechar, lo que a su vez ocasiona problemas de salud pública e impactos sobre el medio ambiente. De modo que se ha visto la necesidad de tener una disposición adecuada de los residuos sólidos y que éstos puedan estar alejados de los asentamientos humanos (Pinzón, 2016).

Es por ello que el hombre a través de los años ha podido impulsar cambios que contribuyan a una gestión integral de los residuos sólidos mediante el establecimiento de leyes que permitan tener un mejor manejo y control de éstos y también, que esos materiales puedan tener un nuevo uso como es el caso del aprovechamiento y reciclaje que hace parte de las estrategias nacionales de la economía circular que han ido implementando los entes gubernamentales (Bertanza et al., 2021).

El cambio de paradigma de una economía lineal a una economía circular es crucial para reducir la presión sobre el medio ambiente y mejorar la seguridad del suministro de materias primas primarias. Bajo este nuevo paradigma, regido por los imperativos de "reducir, reutilizar y reciclar", se minimiza la extracción de recursos primarios alargando la vida útil de los recursos y materiales existentes. (Neves y Marques, 2022, p.1)

De manera que en el país hay muchas personas que han visto la generación de residuos como una fuente de ingresos por medio del reciclaje, permitiendo que estos materiales puedan ser utilizados nuevamente como materia prima y así generar nuevos productos, estas personas son llamadas recicladores de oficio, quienes tiene un papel muy importante en la sociedad y el ambiente, por otro lado,

existen empresas de servicios públicos que prestan servicios domiciliarios de aseo, dentro de los cuales, una de sus actividades es el aprovechamiento de estos materiales.

Una de estas empresas es Geoaseo S.A.S E.S.P, que ha visto como una oportunidad la generación de residuos sólidos por diferentes actividades productivas del municipio de Aguachica Cesar, ofreciendo diferentes servicios ambientales encaminados a la conservación y gestión del medio ambiente, contribuyendo positivamente a su bienestar económico. En el caso de los materiales aprovechables, el impacto negativo sobre el ambiente disminuye porque reduce la cantidad de elementos que se disponen en los rellenos sanitarios, aumentando la vida útil de los vertederos y evitando la degradación de los suelos. Si bien, el impacto que tiene este proceso es positivo, aún se deben mejorar el aprovechamiento de los residuos en la empresa, la rentabilidad del transporte y la venta de éstos dado que se tienen poco conocimiento de la correcta clasificación y separación de los materiales, de manera que esto impide que se puedan aprovechar una mayor cantidad de elementos.

Por lo anterior, se buscó mejorar el manejo de los diferentes residuos de la empresa Geoaseo S.A.S E.S.P en el municipio de Aguachica Cesar mediante una adecuada separación de éstos para así, incrementar el aprovechamiento que realiza. Para ello se hizo un diagnóstico y análisis de los procesos que allí se realizan, se emplearon indicadores que permitieron formular estrategias para mejorar dichos procesos y la rentabilidad de la empresa y a su vez, disminuir el impacto que estos materiales tienen sobre el medio ambiente.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Diagnosticar los procesos y procedimientos de manejo de residuos sólidos en la empresa Geoaseo en el municipio de Aguachica como base para el establecimiento de estrategias de mejoramiento y aprovechamiento de dichos residuos.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar los procesos y procedimientos de aprovechamiento de residuos sólidos mediante un análisis de la información recolectada en la organización.
- Calcular la eficiencia del aprovechamiento de los residuos sólidos mediante el uso de indicadores para la estimación de una retribución económica de su venta.
- Establecer capacitaciones sobre la correcta separación de los residuos para el mejoramiento de los procesos y procedimientos de aprovechamiento de estos materiales en la organización.

2. Marco teórico

Los residuos sólidos han sido desde el pasado un problema que conduce a enfermedades y fuente de contaminación, hecho que, en países como Colombia, ha requerido de una intervención. Desde el pasado, personajes como Antonio José de Sucre empezaron a establecer normas que permitieran tener un control y manejo sobre estos materiales, sin embargo, el manejo que se le daban a estos no era eficiente porque se presentaron una gran cantidad de muertes por epidemias debido a la inadecuada disposición y el insuficiente saneamiento de estos. Luego, en el siglo XIX surgieron las empresas privadas que se dedicaban a la prestación de los servicios públicos, los cuales no pudieron hacer una adecuada gestión de los residuos debido al crecimiento poblacional y económico (Márquez y Rutkowski, 2020).

Esto conlleva a la intervención del municipio quien pasó a ser el responsable de los servicios públicos. Sin embargo, sólo hicieron la gestión de los residuos urbanos, dejando marginada la zona rural, debido a que no tenían el apoyo de las instituciones nacionales o departamentales para poder brindar un buen servicio. Por lo anterior, en la reforma constitucional de 1936, se le dio la responsabilidad a la nación para tener el control y regulación de los servicios públicos, incluido el manejo de los residuos.

Pese a los esfuerzos del estado en contribuir positivamente en ciertos aspectos como la infraestructura y la cobertura del servicio, se presentaron situaciones que afectaron la provisión de saneamiento para las zonas rurales, por lo que se vio la necesidad de replantear responsabilidades, dejando a los municipios a cargo de la prestación de los servicios y administración, y el estado continuó con las funciones de planificación, control y regulación de estos (Márquez y Rutkowski, 2020).

Hay que mencionar, además, que la generación de residuos sólidos ha ido aumentando de manera acelerada, una de las causas es por el incremento de la población, el asentamiento de las personas en zonas urbanas y porque la producción actual se hace buscando respuestas rápidas y con un ciclo de vida corto, lo que lleva a aumentar el consumo de productos y servicios para satisfacer las necesidades del consumidor, estos hechos contribuyen a impactar de manera negativa el ambiente (Panizzut et al., 2021). Así mismo,

Los hogares siguen siendo uno de los mayores generadores de residuos sólidos del mundo.

Por lo tanto, su compromiso de participar en prácticas de gestión de residuos sólidos es crucial en la dirección de tener un entorno sostenible y de calidad (Alhassan et al., 2020, p.1).

En Colombia, la gestión de los residuos sólidos se ha venido impulsando desde hace unas décadas mediante normativas, que han buscado establecer leyes que permitan darle una adecuada disposición a los materiales que se generan, mediante el aprovechamiento, tratamiento y disposición final, para que el

impacto que tienen estos sobre el medio ambiente sea menor. Por ello, la gestión de residuos ha sido definido como:

Conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables. (Salud pública, 2013, p.3)

Por lo cual, dentro de las normas y leyes que se han creado para la gestión de los residuos sólidos, se tiene:

Tabla 1.

Normas legales sobre la gestión de los residuos sólidos.

Norma Legal	Descripción
Constitución política de 1991	Norma del estado, establece principios, derechos, deberes y obligaciones, participación y otras normas para los ciudadanos.
Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental.
Ley 142 de 1994	Se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios.
Decreto 2981 de 2013	Se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
Resolución CRA 720 de 2015	Se establece el régimen de regulación tarifaria.
Decreto 1077 de 2015	Se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
CONPES 3874 de 2016	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 596 de 2016	Trata de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y la formalización de los recicladores de oficio.

Resolución 330 de 2017	Se adopta el reglamento técnico para el sector agua potable y saneamiento básico.
Decreto 1784 de 2017	Tratamiento y disposición final de los residuos en el servicio público de aseo.
Resolución 1407 de 2018	Se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal.
Resolución 2184 de 2019 - Art.4	Se establece el nuevo código de colores para la separación de los residuos sólidos en la fuente.

Figura 1

Nuevo código de colores para la separación de los residuos solidos



Nota. Adaptado de Código de colores para la separación de los residuos a nivel nacional, de Minambiente, 2019, Minambiente (<https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4595-gobierno-unifica-el-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos-en-la-fuente-a-nivel-nacional>).

Adicionalmente, también se tiene la Resolución 276 de 2016 que reglamenta los lineamientos que se deben tener en cuenta en el esquema operativo del aprovechamiento de residuos (Salud Pública, 2016).

De modo que se han diseñado normas que incentiven y permitan que estos materiales puedan tener un segundo uso y así, disminuir la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios. Por tanto, el aprovechamiento de estos es de gran importancia para su adecuada disposición. Existe una gran variedad de materiales que pueden ser reincorporados a un esquema productivo, como son el cartón, papel o archivo, el plástico, PET, HDPE (soplado y pasta), panam, los metales (hierro, aluminio, cobre, bronce), PVC, corex o tubo de cartón, papel kraft, entre otros. De acuerdo con la superintendencia de servicios públicos domiciliarios, se registró que en 2018 se reportaron 974.039 toneladas, en el 2019 fueron 1.407.785 toneladas y en 2020 1.903.269 toneladas aprovechadas por 494 prestadores del servicio público de aseo, lo que significa que en el país ha venido incrementándose el reciclaje separando desde la fuente (Minambiente, 2022).

En este sentido, el reciclaje ha sido definido como “El proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos” (Económico, 2002, p.9). y se evidencia que ha ido aumentando en el país, hecho que es una buena noticia y motiva a seguir implementándose. Además, esto contribuye a disminuir la cantidad de materiales en rellenos sanitarios, así mismo se reduce la explotación de recursos naturales y emisiones al medio ambiente y también, esta actividad permite que se pueda tener ingresos económicos ofreciendo oportunidades de empleo (Safou Adu y Owusu, 2023).

De la misma manera, en el marco de esta temática se mencionan algunas definiciones importantes:

Residuo sólido aprovechable (RSA): Son todos aquellos materiales o elementos que no tienen un valor potencial para los usuarios que lo generan pero que pueden ser reincorporados en un ciclo productivo para darles un nuevo uso (Román y Sinisterra, 2023).

Aprovechamiento: El proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos. (Función pública, 2003)

Y en el ámbito de los servicios públicos domiciliarios de aseo es definido como:

La actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje. (Salud pública, 2013)

Separación en la fuente: Es el procedimiento en el cual se hace una clasificación de los residuos sólidos para separar los materiales aprovechables y no aprovechables en el lugar donde se generan estos. Luego, los residuos se llevan a la estación de clasificación y aprovechamiento (ECA) si son aprovechables o se les da una disposición final si no lo son (Salud pública, 2013).

3 Metodología

El proyecto se elaboró en la ciudad de Aguachica, ubicada en el departamento del Cesar. Para ello se hizo una revisión bibliográfica del aprovechamiento de residuos, luego se hizo un análisis de los procesos y procedimientos del aprovechamiento de materiales llevados a cabo por la empresa Geoaseo y posteriormente se elaboró un diagnóstico. Así mismo, se realizó una evaluación mediante indicadores que permitieron observar la eficiencia del aprovechamiento y finalmente se diseñaron y formularon estrategias orientadas al mejoramiento de ese proceso.

La propuesta se ejecutó en cuatro fases:

FASE 1.

Actividad 1. Revisión bibliográfica del aprovechamiento de residuos.

En esta fase se revisó toda la información en base de datos de la universidad y otras fuentes de información, que concierne a la actividad de aprovechamiento y los procesos que esto conlleva teniendo en cuenta las normativas vigentes.

FASE 2.

Actividad 2. Diagnóstico y análisis del procedimiento que se lleva a cabo para el aprovechamiento de residuos en Geoaseo

En esta fase se llevó a cabo la inspección de cómo se estaba realizando el proceso de aprovechamiento que se hace con los usuarios de la empresa, tales como son Freskaleche, Vitnatu, Arroz Sandino, Hotel Morrocroy la 5ta y la 6ta, M&S Solutions, Grúas Londoño, Hotel la Bendición de Dios, Ecomtrans Cerro de los Chivos, Ecomtrans la 3ra y Ecomtrans Besote. De esta manera se pudo reunir toda la información necesaria que permitió saber la cantidad de residuos y tipo de materiales que se recolectan y también, el conocimiento que tienen los operarios en cuanto a los materiales aprovechables, la separación de los residuos sólidos y la importancia de hacer esto.

FASE 3.

Actividad 3. Implementación de indicadores que permitan medir la eficiencia del aprovechamiento de los residuos

En esta fase se implementó indicadores que evaluaron la cantidad de residuos que se recolectan respecto a la cantidad de materiales que son realmente aprovechados y se analizó la eficiencia en la realización del proceso de aprovechamiento teniendo en cuenta el desempeño que ha tenido en los meses de noviembre de 2022 a marzo de 2023.

Para conocer la eficiencia del proceso de aprovechamiento se tuvo en cuenta el siguiente indicador:

$$Eficiencia (\%) = \frac{TRA-MR}{TRA} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

Eficiencia (%) = Porcentaje de la eficiencia del proceso de aprovechamiento en un mes

TRA = Total de residuos aprovechables en un mes en kilogramos

MR = Material de rechazo en un mes en kilogramos

Otro de los indicadores, es la cantidad de residuos de cada material que se recogen, como son el papel, el cartón, los metales (chatarra, cobre limpio y contaminado, bronce limpio y contaminado, aluminio limpio y contaminado), el plástico, el pet, el HDPE (pasta y soplado), el PVC, panam, el corex, el papel kraft, el vidrio, la madera, las estibas, los isotanques y las canecas de 5, 7, 15 y 55 GAL. De esta manera, se busca analizar qué tan beneficioso económicamente es el proceso de aprovechamiento dado que el valor de los materiales es diferente. En el caso de la cantidad de residuos que se recogen el indicador es el siguiente:

$$M (\%) = \frac{MAE}{TM} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

M (%) = Porcentaje de recolección de cada material en un mes

MAE = Material analizado específicamente en un mes

TM = Total de materiales en un mes

En el caso del beneficio económico se tiene:

$$BE (\%) = \frac{CDRM}{TDRM} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

BE (%) = Porcentaje del beneficio económico que se obtiene por cada material en un mes

CDRM = Cantidad de dinero recogido mensualmente por cada material

TDRM = Total de dinero regido mensualmente de todos los materiales

FASE 4.

Actividad 4. Alternativas que permitan mejorar el proceso del aprovechamiento de los residuos.

A través de los resultados que se obtuvieron de la eficiencia del aprovechamiento de los residuos sólidos, se plantearon algunas estrategias que permitan que este proceso pueda crecer favoreciendo no solamente a la empresa de manera económica sino también disminuyendo el impacto que tienen los materiales sobre el medio ambiente.

4 Resultados y análisis

De acuerdo con el análisis de los indicadores, se obtuvo los siguientes resultados:

En el caso de la eficiencia del proceso de aprovechamiento se tiene:

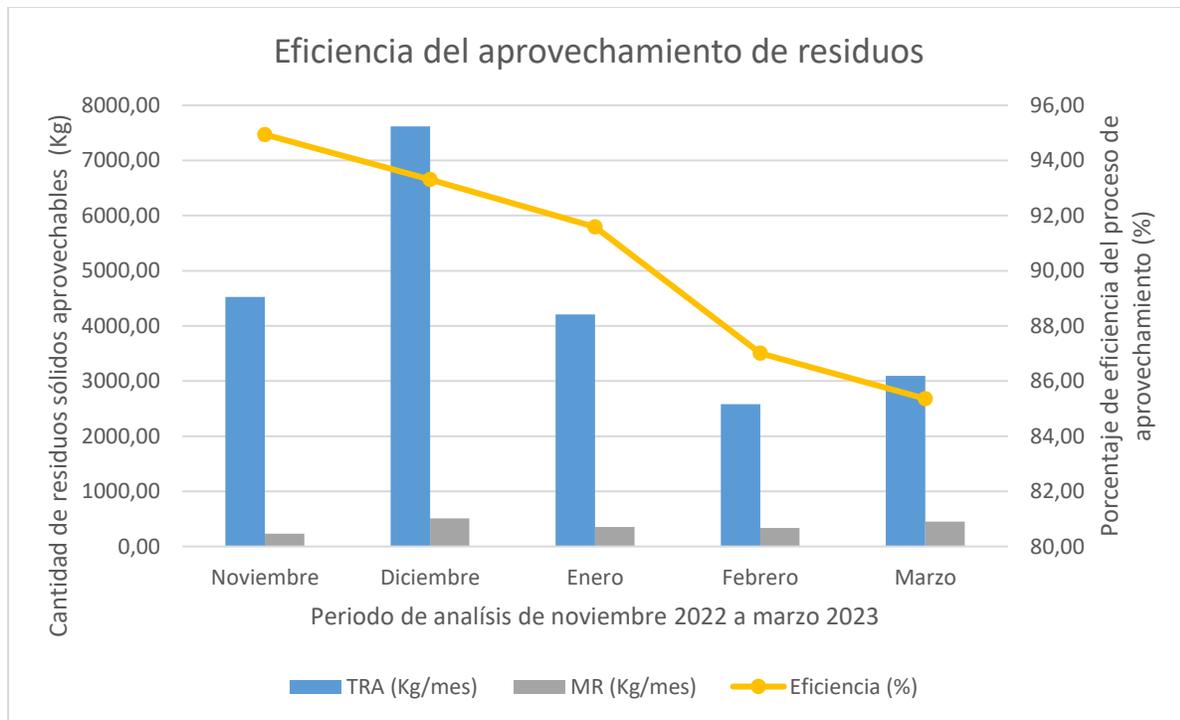
Tabla 2

Porcentaje de la eficiencia del proceso de aprovechamiento en el periodo de noviembre de 2022 a marzo de 2023.

Mes	TRA (Kg/mes)	MR (Kg/mes)	Eficiencia (%)
Noviembre	4524,65	229,00	94,94
Diciembre	7616,84	510,00	93,30
Enero	4206,95	354,00	91,59
Febrero	2581,77	335,50	87,01
Marzo	3090,97	452,58	85,36

Gráfica 1

Porcentaje de la eficiencia del proceso del aprovechamiento de residuos.



Como se puede observar en la Tabla 2 y Gráfica 1, la eficiencia en este periodo fue disminuyendo en el periodo analizado, el mes que tuvo una mayor eficiencia en la recolección de residuos aprovechables fue el de noviembre con un valor de 94,94%, mientras que el mes que mantuvo menor eficiencia en la recolección de los residuos reciclables fue marzo con un valor de 85,36%. En la gráfica 1 se muestra que, la eficiencia no depende de cuando se tiene una mayor generación de residuos, por ejemplo, comparando el mes de noviembre de 2022 y enero de 2023, noviembre sostuvo una mayor producción de residuos, pero tuvo menor cantidad de materiales rechazados, mientras que en enero paso lo contrario. Por lo cual, una de las posibles causas pudo ser porque el personal encargado de los usuarios a los que se les recoge los residuos, no hizo una correcta separación de estos, contaminando una parte de los materiales ya sea porque se mezclaron con residuos que tenían grasa, alimentos o estaban mojados como se puede ver en las figuras 6 7 y 8, afectando su aprovechamiento. Otra de las razones de que disminuyera la eficiencia del proceso, es por la baja comercialización que tienen algunos materiales para ser vendidos a los depósitos de residuos aprovechables, terminando estos en los rellenos sanitarios.

Gráfica 2

Cantidad de cada material aprovechable que se recolecta.



Como se puede ver en la gráfica 2, la cantidad de cada uno de los materiales que se recolectó varía en el periodo analizado, por ejemplo, el residuo que más se recogió en estos meses fue el plástico mientras que el vidrio fue el elemento que menos se recolectó, una de las posibles causas de que ocurriera esto con este último es porque al ser tan poco comerciable, su valor es muy bajo en comparación con los otros, por lo tanto, las empresas disponen muy poco de este para ser aprovechable.

Tabla 3

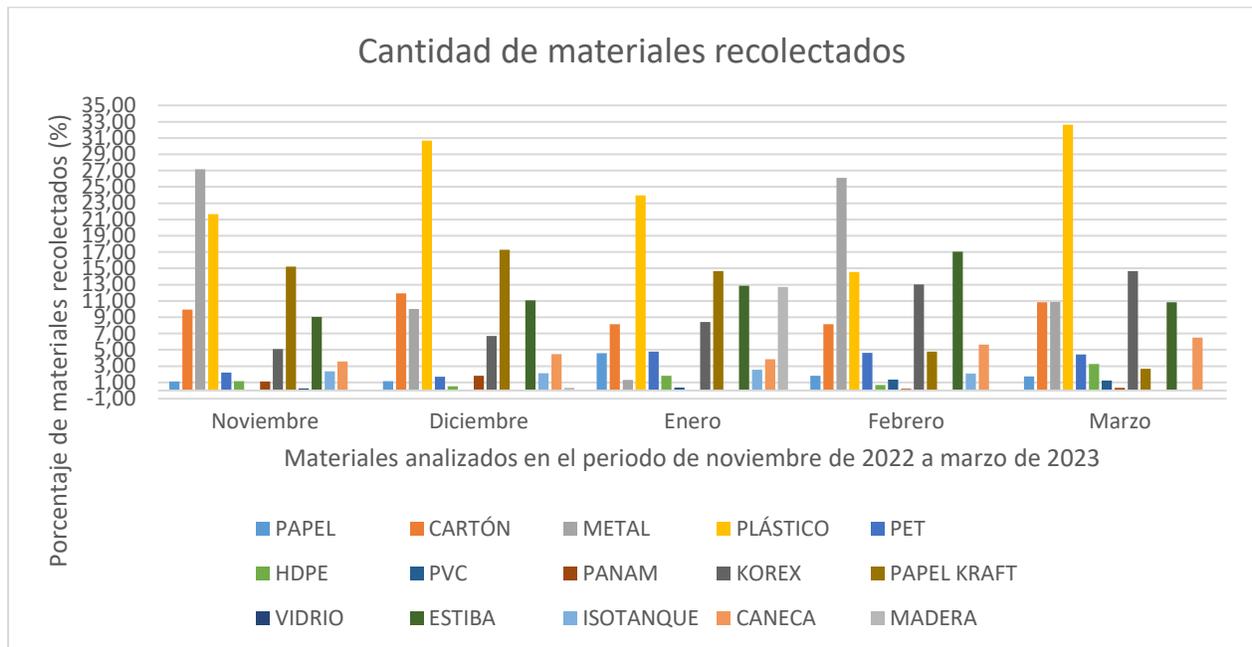
Porcentaje del beneficio económico que se obtiene de cada material en el periodo de noviembre de 2022 a marzo de 2023.

MES	MATERIALES - BE (%)														
	PAPEL	CARTÓN	METAL	PLÁSTICO	PET	HDPE	PVC	PANAM	COREX	PAPEL KRAFT	VIDRIO	ESTIBA	ISOTANQUE	CANECA	MADERA
Noviembre	1,14	3,29	37,83	15,26	2,76	2,37	0,07	2,86	0,00	7,26	0,01	1,39	11,55	14,21	0,00
Diciembre	1,08	2,79	30,90	21,18	1,86	0,80	0,06	4,10	0,00	7,86	0,00	4,16	8,98	16,23	0,00
Enero	6,78	2,67	1,95	26,07	6,58	3,44	0,28	0,00	0,90	9,87	0,00	2,16	16,02	23,28	0,00
Febrero	1,90	1,79	38,71	12,41	4,17	0,91	0,76	0,34	1,23	2,26	0,00	2,66	9,18	23,69	0,00
Marzo	2,05	2,62	16,57	30,65	4,48	5,57	0,78	0,77	0,00	1,43	0,00	1,38	0,00	33,71	0,00

La tabla 3 muestra como el metal es el material que mayor beneficio económico generó, dado su alto valor en los depósitos de residuos aprovechables ya que es un material muy comerciable. El precio de este se mantuvo en el periodo analizado, mientras que materiales como la madera, el corex y el vidrio no dejaron ninguna ganancia debido a que económicamente no son muy rentables. Si bien, el corex se vendió en los meses de enero y febrero por un valor el kilo de \$100, éste no lo siguieron comprando en los lugares de comercialización de materiales aprovechables debido a que ocupa mucho volumen mientras que su peso es pequeño, también, el valor que tiene este material no es muy beneficioso para estos depósitos, por lo cual, prefieren no comprarlo.

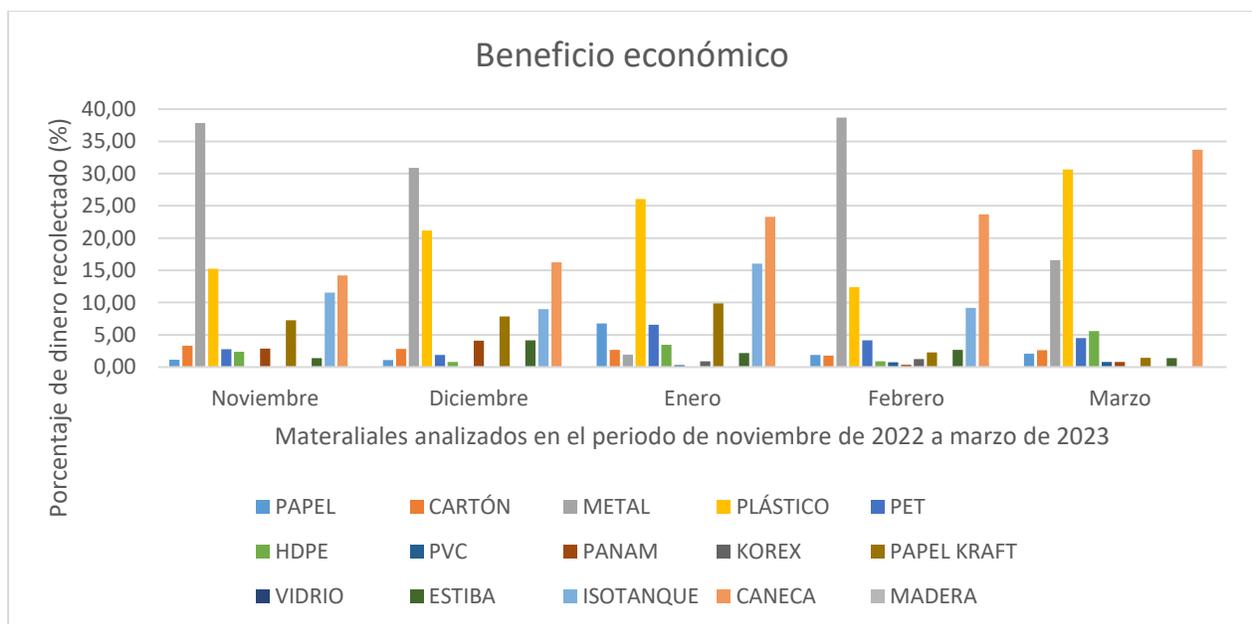
Gráfica 3

Porcentaje de la cantidad de materiales recolectados en el periodo de noviembre de 2022 a marzo de 2023.



Gráfica 4

Porcentaje del beneficio económico que se obtiene de la recolección de materiales aprovechables en el periodo de noviembre 2022 a marzo de 2023.



En las gráficas 3 y 4 se puede ver que, aunque se tenga menor cantidad de residuos como el metal, los isotanques y las canecas, el BE que obtuvieron es alto, por lo cual, representa un valor significativo en los ingresos que se tienen en el proceso de aprovechamiento. Por otro lado, materiales como el plástico, aunque tiene un gran BE, su valor no es tan alto en comparación con la cantidad de este material que se recogió. Esto sucede porque el valor del plástico en los depósitos de residuos aprovechables es menor en comparación con el del metal, las canecas y los isotanques. Otro residuo que se recogió mucho fue el cartón, pero su BE es menor.

Figura 2, 3 y 4

Aprovechamiento de residuos



Las figuras 2, 3 y 4 muestran el proceso que se realiza para la recolección de los materiales que son aprovechables, los cuales son llevados al depósito de residuos aprovechables que mejor precio de por la compra de estos materiales reciclables.

Figura 5

Corex (Tubo de cartón) – Material de rechazo



En la figura 5 se puede observar un material de rechazo, este residuo es aprovechable, se le conoce como tubo de cartón o Corex, pero dada la baja comercialización y precio que tiene en el mercado, no lo compran por su bajo BE. Una de las razones, es por el volumen que ocupa dado que no se deja aplanar muy bien y no es un material en el que se obtiene una ganancia significativa. Es por ello que es llevado a un relleno sanitario para su disposición final.

Figuras 6, 7 y 8

Material de rechazo por la incorrecta separación de los residuos.



En las figuras 6 7 y 8 se muestra también materiales de rechazo, esto ocurre al no hacerse una correcta separación en la fuente mezclándose residuos secos, limpios y reciclables con elementos que no son reciclables, dado que pueden estar contaminados con comida, grasas o envases mal tapados, que al no estar escurridos o secos mojan los demás materiales, afectando el aprovechamiento de estos.

De manera que es importante entender que el BE en el proceso del aprovechamiento no depende solamente de que tanta cantidad de residuos aprovechables se recogen; porque como vemos en los resultados, el valor de algunos materiales es bajo respecto a su recolección; si no que éste también depende de que tantos materiales de rechazo se generan, lo cual ocurre por la mala separación de los residuos y por la baja comercialización que tienen estos en el mercado. Como se puede observar en la siguiente tabla, el BE económico disminuyó en los meses de enero a marzo respecto noviembre y diciembre.

Tabla 4

Beneficio económico del aprovechamiento de residuos en unidades monetarias.

Mes	BE (\$)
Noviembre	\$ 4.328.987
Diciembre	\$ 8.353.416
Enero	\$ 3.120.156
Febrero	\$ 2.721.843
Marzo	\$ 2.905.769

Se analizó qué tan eficiente y beneficioso económicamente era el proceso de aprovechamiento en la empresa Geoaseo S.A.S E.S.P. para así, poder plantear alternativas que permitan mejorar este proceso. De manera que se pudo observar que esta actividad depende de la correcta separación de los residuos para que se pueda disponer de una gran cantidad de estos. También, está relacionado con el nuevo uso que se le puede dar a algunos materiales que no son muy comerciables en el mercado. El

beneficio económico de estos materiales no solo involucra factores como la cantidad, sino también el precio que se tiene en los depósitos de residuos aprovechables para cada uno de los residuos ya que algunos pueden tener un precio alto como los metales, mientras que hay otros que su valor es bajo como el del cartón.

Por otra parte, el corex (Tubos de cartón) y la madera, aunque son materiales reciclables, no son residuos que en estos lugares compran por la baja comercialización que tienen, es por eso que se puede hacer un nuevo uso de estos, mediante otras alternativas que permitan utilizar estos elementos y que no conlleve a que su disposición final sea en un relleno sanitario. Una de las alternativas es poder entregarlo a empresas que se encargan de hacer manualidades y diseños de interiores que puedan reutilizar estos materiales para darles un segundo uso, existen algunos proyectos en donde se puede hacer lámparas, cielo raso, elementos decorativos, entre otros, de una manera creativa e innovadora (Tola, 2016).

De modo que es fundamental que en cada uno de los usuarios a los que la empresa les presta el servicio de aprovechamiento, se cree conciencia sobre la reutilización que se le puede dar a algunos materiales y la adecuada separación de los residuos a través, por ejemplo, de capacitaciones que informen y eduquen a las personas sobre el manejo de los residuos. Por lo cual, se realizaron unas capacitaciones en el mes de marzo donde se habló sobre la gestión de los residuos sólidos enfocados en una adecuada separación de los residuos y/o segregación, que permitió que los usuarios entendieran que este proceso es importante, porque si se hace una buena clasificación de los residuos, se disminuye la cantidad de materia prima que se requiere para generar nuevos productos y así mismo, es menor la cantidad de recursos naturales que se utiliza para producir materiales, aumentando la vida útil de los rellenos sanitarios, de modo que así son menos los residuos que llegan a estos lugares reduciendo el impacto negativo sobre el ambiente.

5. Conclusiones

- Se puede concluir que la eficiencia en el proceso de aprovechamiento tiene una relación directa con la cantidad de material aprovechable que se recolecta y los materiales de rechazo que se recogen. De manera que en el caso de la empresa Geoaseo S.A.S E.S.P, una de las causas de que la eficiencia disminuyera fue por el material de rechazo que se recibía.
- En cuanto a la cantidad de residuos aprovechables, se pudo observar que el plástico, los metales y el cartón son los materiales que más se recogen mientras que el PVC y el panam son los que menos se recolectan.
- Se puede concluir que el beneficio económico de los materiales depende de factores como la cantidad de materiales aprovechables que se recoge, el precio que tienen los materiales ya que para algunos es alto como el metal y bajo como el cartón, y también depende del material de rechazo que se recolecta. Un ejemplo claro, fueron los meses de febrero y marzo donde la cantidad de material de rechazo era alta en comparación con la cantidad de residuos que se reunió, provocando que el BE disminuyera respecto a los meses anteriores.
- El Corex o tubo de cartón es un material de rechazo en el mercado debido a que no es un residuo muy comerciable y rentable dado su volumen y peso en comparación con su valor, por lo tanto, este elemento se puede reutilizar mediante alternativas que le permitan tener un nuevo uso ya sea en manualidad o diseños para interiores, lo cual permite que no termine en un relleno sanitario, sino que se pueda hacer utilizar contribuyendo con el ambiente.
- Finalmente, para que el proceso del aprovechamiento se haga de una manera más eficiente y se pueda obtener un mayor beneficio económico, se recomienda hacer

capacitaciones a los usuarios de recolección de residuos aprovechables, dado que esto les permite tomar conciencia de que es necesario que se haga una adecuada separación de los residuos logrando así que sea mayor la cantidad de residuos aprovechables y que se mitigue el impacto que tienen estos en la naturaleza.

Referencias

- Alhassan, H., Kwakwa, P. A., & Owusu-Sekyere, E. (2020). *Households' source separation behaviour and solid waste disposal options in Ghana's Millennium City*. *Journal of environmental management*, 259, 110055.
- Beltran, J. (2011). *Indicadores de gestión. Herramientas para lograr la competitividad* (2ª ed.). 3R editores.
- Bertanza, G., Mazzotti, S., Gomez, F. H., Nenci, M., Vaccari, M., & Zetera, S. F. (2021). *Implementation of circular economy in the management of municipal solid waste in an Italian medium-sized city: A 30-years lasting history*. *Waste Management*, 126, 821-831.
- De Salud Pública, S. (2013). *DECRETO 2981 DE 2013 (DICIEMBRE 20)*
- De Salud Pública, S. (2016). *RESOLUCIÓN 276 DE 2016*. Obtenido de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30030142>.
- Económico, M. D. D. (2002). *DECRETO 1713 DE 2002*. Obtenido de <http://www.cdmb.gov.co/web/ciudadano/centro-de-descargas/273-decreto-1713-2002-1/file>.
- Jaramillo, C. M. P., & Jesús, M. (1992). *Los indicadores de gestión*. España.

Márquez, A. J. C., & Rutkowski, E. W. (2020). *Waste management drivers towards a circular economy in the global south—The Colombian case*. *Waste Management*, 110, 53-65.

Minambiente. (2019). *Gobierno unifica el código de colores para la separación de residuos en la fuente a nivel nacional*. Obtenido de <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4595-gobierno-unifica-el-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos-en-la-fuente-a-nivel-nacional>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (17 de mayo de 2022). *Hoy no se habla de basura, sino de residuos que son insumos para productos: Minambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/hoy-no-se-habla-de-basura-sino-de-residuos-que-son-insumos-para-productos-minambiente/#:~:text=Sobre%20los%20datos%20de%20aprovechamiento,pa%C3%ADs%20ha%20venido%20increment%C3%A1ndose%20el>

Neves, S. A., & Marques, A. C. (2022). *Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy*. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130865.

Panizzut, N., Rafi-ul-Shan, P. M., Amar, H., Sher, F., Mazhar, M. U., & Klemeš, J. J. (2021). *Exploring relationship between environmentalism and consumerism in a market economy society: A structured systematic literature review*. *Cleaner Engineering and Technology*, 2, 100047.

Pinzón Casas, R. D. (2017). *Producción, recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, análisis del sistema de gestión en el municipio de Puerto Asís, Putumayo*. Universidad de Manizales.

Román Ramírez, K. D., & Sinisterra Buitrago, V. (2023). *Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos aprovechables hacia estaciones de clasificación y aprovechamiento (ECA) en la ciudad de Pereira, Colombia, usando técnicas de optimización*. Universidad tecnológica de Pereira.

Safo-Adu, G., & Owusu-Adzorah, N. (2023). *Solid waste characterisation and recycling potential: A study in secondary schools in Kumasi Metropolis, Ghana*. *Cleaner Waste Systems*, 4, 100065.

Schmidt, S., & Laner, D. (2023). *Environmental Waste Utilization score to monitor the performance of waste management systems: A novel indicator applied to case studies in Germany*. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 200160.

Anexos

Anexo 1. Capacitaciones sobre la gestión integral de los residuos sólidos enfocado a una adecuada separación en la fuente y/o segregación

