

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE UN PILOTO DE GOBERNANZA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS EN CENTROS COMERCIALES

Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga
Bucaramanga, 18 diciembre de 2023



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - NIT 860.012.357-6
PBX: (+57) 607 698 5858 Línea gratuita nacional: 01 8000 917044
CAMPUS BUCARAMANGA Carrera 18 No. 9 - 27
CAMPUS FLORIDABLANCA Carrera 27 No. 180 - 395 Km. 6 Autopista
CAMPUS PIEDECUESTA Finca Colorados Km. 13 Autopista
CAMPUS EL LIMONAL Km. 14 Autopista

PRESENTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Proyecto	IMPLEMENTACIÓN DE UN PILOTO DE GOBERNANZA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS EN CENTROS COMERCIALES.
Entidades	Cámara De Comercio De Bucaramanga Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga
Cuarto informe	Resumen de Resultados Obtenidos de la Implementación del Piloto para el Modelo de Gobernanza de Residuos Sólidos en Cacique El Centro Comercial y resultados en la planta de compostaje BIOTASS S.A.S
Fecha final de entrega del informe	14 de diciembre 2023
Objetivo general	Implementar un piloto de gobernanza para la gestión sostenible de residuos, con el fin de reducir el impacto ambiental, promover la economía circular y fomentar prácticas responsables de manejo de residuos en Cacique El Centro Comercial – Municipio de Bucaramanga.
Objetivo específico 2	Diseñar e implementar estrategias para fomentar prácticas sostenibles en la gobernanza de la Gestión de Residuos de Cacique el Centro Comercial.
Objetivo específico 3	Valorizar los residuos orgánicos aprovechables o biodegradables en el Campus del Limonal.
Periodo Que Comprende El Informe	18 de noviembre de 2023 – 14 de diciembre de 2023
Supervisora del proyecto:	Isabel Cristina Patricia Ocazonez Jiménez Docente Facultad de Química Ambiental isabel.ocaciones@ustabuca.edu.co
Profesional de Apoyo	Paula Tatiana Peña González Química Ambiental paula.pena@ustabuca.edu.co

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
GLOSARIO	7
1. LA TEORÍA DE SISTEMAS EN LA GOBERNANZA DE RESIDUOS.....	9
1.1 La Teoría de Sistemas en la Gobernanza de Residuos en Centros Comerciales	9
1.2 La Gobernanza de Residuos Sólidos en Centros Comerciales	11
2. IMPLEMENTACIÓN Y SOCIALIZACIÓN DEL MODELO DE GOBERNANZA	12
2.1 Diagnóstico Inicial de la Gestión de Residuos en Cacique El Centro Comercial	12
2.2 Implementación del Modelo de Gobernanza en Cacique El Centro Comercial	15
2.3 Cumplimiento de los Objetivos del Modelo de Gobernanza	17
2.4 Esquema Actual sobre el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos en Cacique El Centro Comercial.....	21
3. Valorización de los residuos orgánicos aprovechables o biodegradables en el Campus del Limonal, planta de compostaje de BIOTASS S.A.S	23
3.1.1 Recepción y pesaje de los residuos	23
3.1.2 Separación y trituración de residuos.....	23
3.1.3 Mezclado.....	24
3.1.4 Fermentación y maduración	24
3.1.5 Trituración y empaque del abono	24
3.2 Actividades en la planta de compostaje	25
3.2.1 Recepción de los residuos sólidos en la planta de compostaje	25
3.2.2 porcentaje de residuos rechazados	26
3.2.3 Producción de abonos orgánicos.....	27
3.3 Efectos en el cambio climático	28
3.3.1 Calculo total de prevención de gases de efecto invernadero	28
CONCLUSIONES.....	29
REFERENCIAS.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del sistema empleado para la gestión de residuos sólidos en centros comerciales	10
Figura 2. Composición de residuos generados por semana en Cacique El Centro Comercial previo a la implementación del modelo de gobernanza de residuos sólidos.....	13
Figura 3. Composición de residuos aprovechables generados por semana en Cacique El Centro Comercial previo a la implementación del modelo de gobernanza de residuos sólidos	14
Figura 4. Composición de residuos peligrosos generados en el Punto Ecológico por semana en Cacique El Centro Comercial previo a la implementación del modelo de gobernanza de residuos sólidos	15
Figura 5. Recolección de residuos orgánicos aprovechables por parte de Limpieza Urbana.....	15
Figura 6. Ruta de recolección de residuos aprovechable	16
Figura 7. Ruta de recolección de residuos no aprovechables y orgánicos aprovechables	17
Figura 8. Composición de residuos generados por semana en Cacique El Centro Comercial luego de la socialización e implementación del modelo de gobernanza	18
Figura 9. Composición de residuos aprovechables generados por semana en Cacique El Centro Comercial luego de la socialización e implementación del modelo de gobernanza.....	19
Figura 10. Composición de residuos peligrosos generados por semana en Cacique El Centro Comercial luego de la socialización e implementación del modelo de gobernanza.....	20
Figura 11. Esquema actual del sistema que comprende a la separación de residuos sólidos en Cacique El Centro Comercial.....	22
Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de abonos en la planta de compostaje de BIOTASS S.A.S.....	24
Figura 13. Porcentaje del material rechazado.	26
Figura 14. Materiales rechazados susceptibles de causar daños al triturador	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Consecuencias generadas por los hábitos en el manejo de residuos sólidos</i>	11
Tabla 2. <i>Diagnóstico inicial sobre la generación de residuos sólidos en Cacique El Centro Comercial</i>	13
Tabla 3. <i>Generación de Residuos Sólidos en Cacique El Centro Comercial luego de la socialización e implementación del modelo de gobernanza</i>	18
Tabla 4. <i>Resultados de los indicadores para determinar el cumplimiento de los objetivos</i>	20
Tabla 5. <i>Cantidad de materia prima manejada en la planta de compostaje – BIOTASS</i>	25



INFORME: Resumen de Resultados Obtenidos de la Implementación del Piloto para el Modelo de Gobernanza de Residuos Sólidos en Cacique El Centro Comercial y en la planta de compostaje BIOTASS S.A.S

INTRODUCCIÓN

En el actual escenario global, nos enfrentamos a un desafío de proporciones significativas: la gestión eficiente de los residuos sólidos. A nivel internacional, la disposición inadecuada de estos desechos representa una amenaza seria para nuestro entorno, dado que su descomposición es un proceso prolongado que perturba el equilibrio ambiental [1]. Conscientes de esta problemática, los gobiernos han trabajado incansablemente en la implementación de estrategias que fomenten la participación ciudadana, optimicen el uso de recursos y empleen tecnología avanzada para gestionar de manera efectiva los residuos sólidos. Además, se impulsa una cultura de economía circular, promoviendo la reducción del consumo, la reutilización y el aprovechamiento de materiales, en pos del desarrollo sostenible de nuestras ciudades [2].

A pesar de estos esfuerzos loables, nos encontramos ante un desafío crucial y específico: la falta de modelos de gobernanza adaptados al sector privado, especialmente para grandes generadores de residuos sólidos como los centros comerciales. La gestión de residuos sólidos es un problema complejo que abarca diversas fases, desde la generación hasta la disposición final, incluyendo la recolección, el transporte y el tratamiento.

Con el propósito de evaluar el impacto inicial de un modelo de gobernanza innovador para la gestión de residuos sólidos en Cacique El Centro Comercial, este informe se propone ofrecer una visión retrospectiva de los primeros días de implementación de dicho modelo. Se examinarán los resultados y percepciones previas a las actividades de socialización del modelo de gobernanza, así como los resultados posteriores a su implementación y la promoción de actividades de separación en la fuente. A través de este documento, se busca profundizar en el impacto que ha tenido la aplicación del modelo de gobernanza de residuos sólidos en Cacique El Centro Comercial y cómo ha contribuido al incremento de los porcentajes de separación y aprovechamiento de residuos sólidos.

GLOSARIO

Acopio o almacenamiento temporal. Corresponde a la acción del generador de disponer los residuos sólidos en recipientes, contenedores de tipo retornable o desechables al interior de sus instalaciones, mientras estos son procesados para su aprovechamiento, transformación, comercialización, o son presentados al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final [Decreto 1713 de 2002, Ministerio de Medio Ambiente].

Aprovechamiento en la gestión integral de residuos. Corresponde al proceso mediante el cual, se realiza un manejo integral de los residuos sólidos, en donde los materiales recuperados son reincorporados al ciclo económico y productivo de forma eficiente mediante estrategias de reutilización, reciclaje, incineración con fines de generación de energía, compostaje o cualquier otra modalidad que promueva la obtención de beneficios sanitarios ambientales, sociales y/o económicos [Decreto 1505 de 2003, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial].

Compostaje. Corresponde al proceso biológico que se lleva a cabo de forma controlada y que permite la degradación y estabilización de la materia orgánica por la acción de microorganismos [Decreto 838 de 2005, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial].

Disposición final de residuos sólidos. Corresponde al proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, así como daños o riesgos al medio ambiente y salud humana [Decreto 838 de 2005, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial].

Generadores. Corresponden a las personas naturales o jurídicas que producen los residuos sólidos derivados de sus actividades comerciales. Los generadores pueden clasificarse como domésticos, multiusuarios, comerciales e industriales [Decreto 1713 de 2002, Ministerio de Medio Ambiente].

Gestión integral de residuos. Corresponde al conjunto de operaciones y disposiciones orientadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, según sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación u comercialización y disposición final [Decreto 1713 de 2002, Ministerio de Medio Ambiente].

Minimización de residuos en procesos productivos. Corresponde a la optimización de los procesos productivos para la disminución en la generación de los residuos sólidos [Decreto 1713 de 2002, Ministerio de Medio Ambiente].

Reciclaje. Corresponde al proceso en el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima o insumos para la fabricación de nuevos productos [Decreto 1713 de 2002, Ministerio de Medio Ambiente].

Residuo aprovechable. Corresponde a cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo [Decreto 1713 de 2002, Ministerio de Medio Ambiente].

Residuos no aprovechables. Corresponden a todo material o sustancia de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos que no tienen valor comercial, requiriendo

tratamiento y disposición final y, por lo tanto, generan costos de disposición [Decreto 1713 de 2002, Ministerio de Medio Ambiente].

Residuo o desecho peligroso. Corresponde a todo aquel residuo o desecho que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera como residuo o desecho peligroso a los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos [Decreto 4741 de 2005, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial].

Separación en la fuente. Corresponde al proceso de clasificación de los residuos en el sitio de generación para su posterior manejo [Decreto 1713 de 2002, Ministerio de Medio Ambiente].

Valorización. Corresponde al mecanismo mediante el cual se le da un valor económico adicional al residuo de acuerdo con la técnica de aprovechamiento que se implementará en él y a la función que tendrá en el nuevo ciclo productivo [GTC 24 de 2009, ICONTEC].



1. LA TEORÍA DE SISTEMAS EN LA GOBERNANZA DE RESIDUOS

El término de gobernanza ha sido adoptado en el desarrollo, así como en políticas públicas desde los años 80, como una estrategia de parte del Estado frente a los procesos de descentralización, con la finalidad de mejorar los resultados asociados a las políticas públicas, así como la gobernabilidad. Generalmente, se reconoce que la gobernanza hace referencia a los mecanismos de administración que favorecen el desarrollo social a nivel local, regional, nacional y global [1, 3]

En consideración, se reconoce al concepto de gobernanza como aquel que puede explicar la transición dada de un modelo de gobierno tradicional, caracterizado por ser de tipo jerárquico y centralizado a uno descentralizado, en donde se llega a la interacción con los actores sociales. Lo anterior demuestra que, durante las acciones de gobierno, no solo se involucra el estado sino diversos actores y organizaciones que interactúan con diferentes intereses [1, 2].

El concepto de gobernanza dentro de un parámetro ambiental se caracteriza por ser un método que pueda ser empleado por la sociedad para dar una solución oportuna y modelar nuevas oportunidades de los recursos que se poseen, contemplando procesos vinculados con la toma de decisiones, así como ejercicio de autoridad en el ámbito de los bienes públicos, buscando garantizar la integridad, así como solidez en la formulación de políticas públicas [4]. Por lo tanto, las interacciones a nivel social suelen ser el motor de la gobernanza a nivel ambiental.

A nivel mundial se ha identificado que el manejo inadecuado de los residuos sólidos genera impactos negativos al medio ambiente y la salud pública, en donde actividades como el manejo, recolección, eliminación y almacenamiento al ser realizadas de forma deficiente generan graves afectaciones ambientales, relacionadas con la generación de gases de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático [4].

1.1 La Teoría de Sistemas en la Gobernanza de Residuos en Centros Comerciales

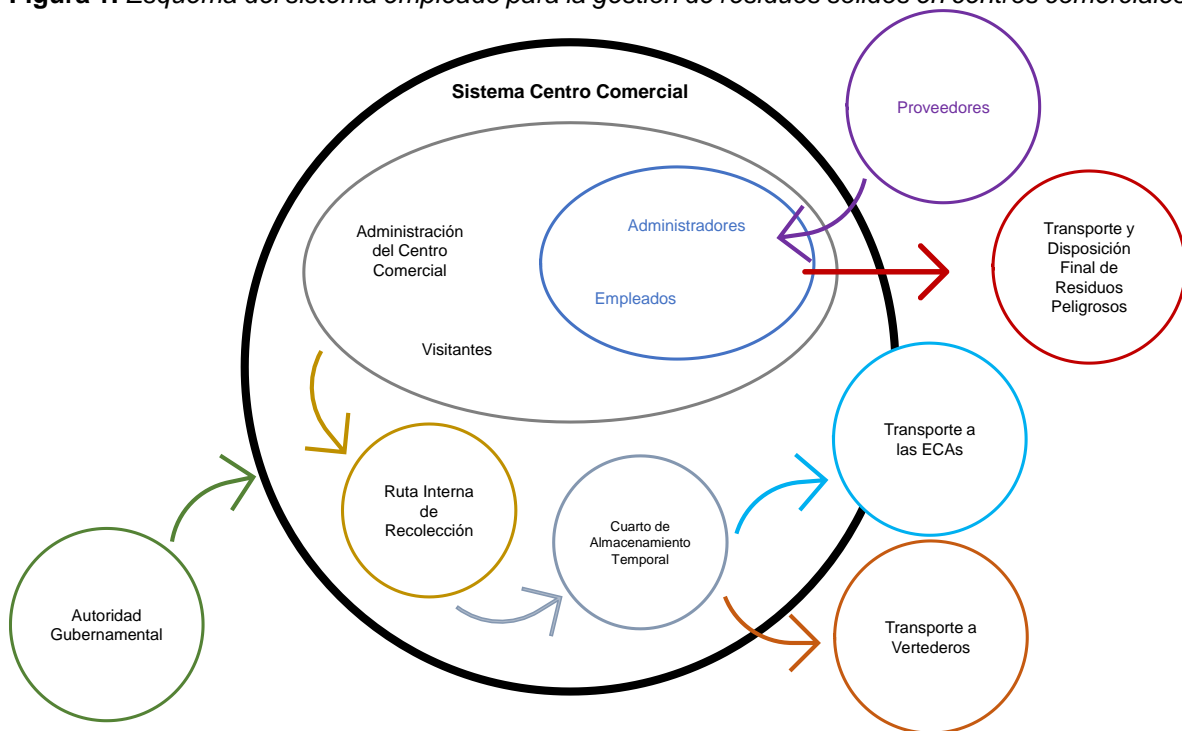
Las actividades que se relacionan con la gestión inadecuada de los residuos sólidos pueden encontrarse dentro de los sistemas complejos, debido principalmente a la problemática ambiental que generan y que afectan aspectos económicos, culturales y sociales, sin contar aquellos aspectos ambientales que ya se encuentran implícitos. Por lo tanto, la complejidad en el sistema de gestión de residuos sólidos radica en su imposibilidad para simplificar y comprender los aspectos teóricos que lo conforman, requiriendo la incorporación de diversos conceptos, así como hallazgos, reflexiones y estudios, que al interconectarse permiten llegar a una razón lógica para la solución del problema [6].

A su vez, la adopción del término complejidad en la gestión de residuos involucra aspectos de incertidumbres, así como fenómenos aleatorios, lo que genera su caracterización como un sistema relacionado con el azar, dificultando la captura de todas las características asociadas con el sistema de estudio [6].



Actualmente, a nivel nacional se reconoce que actividades como la gestión integral de los residuos sólidos, deben garantizar una adecuada recolección, así como transporte y disposición final de estos, mientras se llega a la implementación de diversas estrategias que permitan la reducción en el consumo [6]. Generalmente, para la gestión de residuos sólidos en centros comerciales podemos encontrar el siguiente esquema del sistema:

Figura 1. Esquema del sistema empleado para la gestión de residuos sólidos en centros comerciales



Por lo tanto, la aplicación de las actividades relacionadas con un adecuado plan de gobernanza que favorezca la gestión integral de residuos sólidos puede promover la generación de múltiples beneficios a un nivel socioeconómico y ambiental, en donde se destaca:

1. Un adecuado acopio y presentación de los residuos por parte de las fuentes generadoras que se encuentran asociadas al centro comercial y que disponen sus residuos en los cuartos de almacenamiento temporal [6, 10].
2. Actividades de recolección apropiada de residuos con un seguimiento en la disposición, almacenamiento y acondicionamiento de estos [6, 10].
3. Un transporte adecuado de residuos desde su ubicación original hasta su lugar de disposición temporal, debidamente acondicionado, dando cumplimiento a las turas establecidas y los requerimientos de seguridad [6, 10].
4. Actividades de disposición final en base a la naturaleza de los residuos, especialmente, aquellos que no son aprovechables, disponiéndolos de forma permanente en el vertedero señalado a nivel municipal [6, 10].

5. Actividades complementarias de tratamiento y/o aprovechamiento de los residuos aprovechables y orgánicos aprovechables para ser incluidos dentro de los procesos de economía circular, principalmente por actividades de reciclaje y compostaje [6, 10].

Los aspectos anteriores, se encuentran relacionados con el cumplimiento de los programas establecidos en la Agenda 21, que corresponden a actividades de gestión desde la generación de residuos, hasta su adecuada disposición.

1.2 La Gobernanza de Residuos Sólidos en Centros Comerciales

Los centros comerciales continúan con prácticas de Economía Lineal, manifestada en la gestión interna de los residuos dirigida a la recolección en los sitios de generación, transporte interno al sitio de almacenamiento temporal y entrega a las empresas autorizadas para transportar los residuos a los rellenos sanitarios con el objetivo de evitar problemas sanitarios. Con respecto a los residuos peligrosos, no se conoce la producción de ellos, debido a que son entregados a las empresas autorizadas para recoger, transportar y disponer adecuadamente estos residuos.

Debido a lo anterior, en la mayoría de los centros comerciales la oficina encargada de la seguridad y salud en el trabajo es quien administra la gestión de residuos, todavía se conserva la idea que el problema de los residuos se relaciona únicamente con los problemas sanitarios y no se tiene en cuenta los impactos ambientales generados por los residuos. La visión anterior, impide prácticas de economía circular, las que se implementan obedece principalmente a la posibilidad de obtener ingresos adicionales por la venta de algunos materiales aprovechables, pero no como política ambiental empresarial.

Algunos centros comerciales han instalado puntos ecológicos para la recolección de residuos especiales como pilas, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, aceites usados, entre otros, como un servicio dirigido principalmente a los visitantes. En la Tabla 1. Consecuencias generadas por los hábitos en el manejo de residuos sólidos

1, se presentan las consecuencias generadas por los hábitos en el manejo de residuos sólidos

Tabla 1. Consecuencias generadas por los hábitos en el manejo de residuos sólidos

Hábitos	Consecuencias
Se aplica el enfoque de Economía Lineal en la gestión de residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de residuos sólidos en los vertederos ▪ No se separan los residuos sólidos en el sitio de generación
No se separan los residuos en la fuente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento en el volumen de residuos no aprovechables ▪ Disminución del ciclo de vida de los materiales ▪ Disminuye la posibilidad de aprovechamiento de los residuos.

Uso de empaques en bolsas plásticas de un solo uso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incrementan la cantidad de residuos no aprovechables ▪ Disminución del ciclo de vida de los materiales.
Uso de empaques en materiales no aprovechables	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incrementan del volumen de residuos no aprovechables ▪ Disminución de los porcentajes de aprovechamiento.
Los generadores de residuos peligrosos los entregan directamente a las empresas encargadas de la disposición final	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se desconoce la cantidad y clase de residuos peligrosos generados en los centros comerciales ▪ No es posible llevar la trazabilidad de la cantidad y tipo de estos residuos, el tratamiento y disposición final. ▪ Los centros comerciales pueden ser sancionados por disposición inadecuada de los residuos sólidos en los cuartos de almacenamiento temporal, ubicados dentro de las instalaciones del centro comercial
La mayoría de los centros comerciales no cuentan con rutas de recolección selectiva de residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se mezclan los residuos ▪ Se promueve el hábito de no separar los residuos en la fuente. ▪ Disminuyen los residuos con potencial de aprovechamiento
La mayoría de los centros comerciales no cuentan con programas relacionados con la gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La información relacionada con la producción y tipo de residuos se encuentra desactualizada y en algunos casos se desconoce. ▪ No es posible realizar el seguimiento al flujo de residuos como los porcentajes de separación en la fuente, aprovechamiento y la disposición final.
Los cuartos de almacenamiento temporal de residuos no cuentan con capacidad para almacenar los residuos aprovechables.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No se recupera todo el material separado en la fuente ▪ No se estimula la separación en la fuente
En las zonas comunes no hay sitios de disposición de residuos aprovechables	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se promueve la mezcla de residuos, ▪ Pérdida de residuos con posibilidad de aprovechamiento ▪ Incremento de los residuos no aprovechables

2. IMPLEMENTACIÓN Y SOCIALIZACIÓN DEL MODELO DE GOBERNANZA

2.1 Diagnóstico Inicial de la Gestión de Residuos en Cacique El Centro Comercial



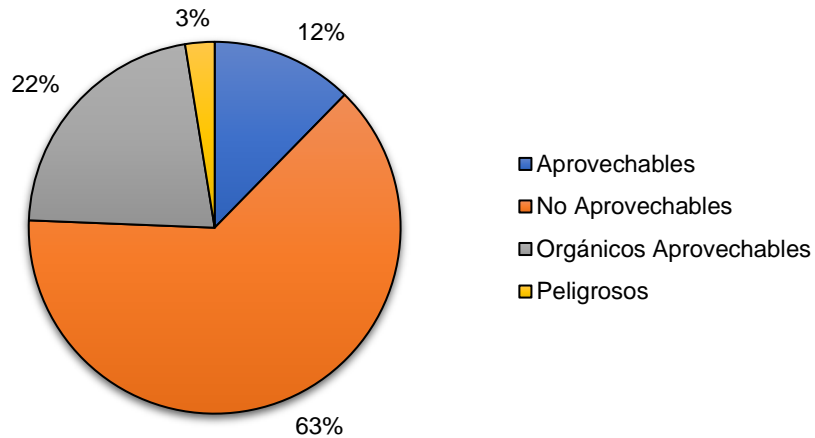
Para tener una línea base sobre la generación de residuos sólidos al interior de Cacique El Centro Comercial, se llevó a cabo el registro del peso de los residuos que llegaban al cuarto de disposición temporal de residuos previo a la implementación del modelo de gobernanza. El registro se realizó durante una semana, en donde se indicó por fuente generadora la cantidad de residuos generados. Los resultados del registro se encuentran consignados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.2.**

Tabla 2. Diagnóstico inicial sobre la generación de residuos sólidos en Cacique El Centro Comercial

Generador	Tipo de Residuos (kg)			
	Aprovechables	No Aprovechables	Orgánicos Aprovechables	Peligrosos
Establecimientos Comerciales, Bancos y Oficinas	1126,0	1648,1	15,1	0,0
Falabella	10,7	16,3	0,0	0,0
Hotel Holiday Inn	333,3	994,1	1570,0	0,0
Restaurantes y Cafeterías	876,8	6793,2	2916,9	0,0
Salud y Peluquerías	13,3	91,8	0,0	0,0
Torre Empresarial	76,5	287,2	0,0	0,0
Zonas Comunes	171,9	3569,0	115,3	0,0
Punto Ecológico	0,0	0,0	0,0	539,8
Total, Residuos por Semana	2608,5	13399,7	4617,3	539,8
% Residuos por Semana	13%	63 %	22 %	3 %
Total, Residuos Generados	21165,29			

De los resultados se obtiene el gráfico de composición de residuos señalado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. Los resultados señalan que el 63 % de los residuos generados al interior del centro comercial son residuos no aprovechables, el 22 % son residuos orgánicos aprovechables, 13 % son residuos aprovechables y 3 % son residuos especiales. Es necesario destacar que el porcentaje de residuos no aprovechables se debe principalmente a residuos que no son separados adecuadamente desde la fuente, lo cual, debido a la mezcla de residuos se categorizan en su gran mayoría como no aprovechables. A su vez, se reconoce que inicialmente el centro comercial no llevaba el registro de residuos peligrosos generados por los establecimientos de salud y peluquería que componen el Centro Comercial y la Torre Empresarial.

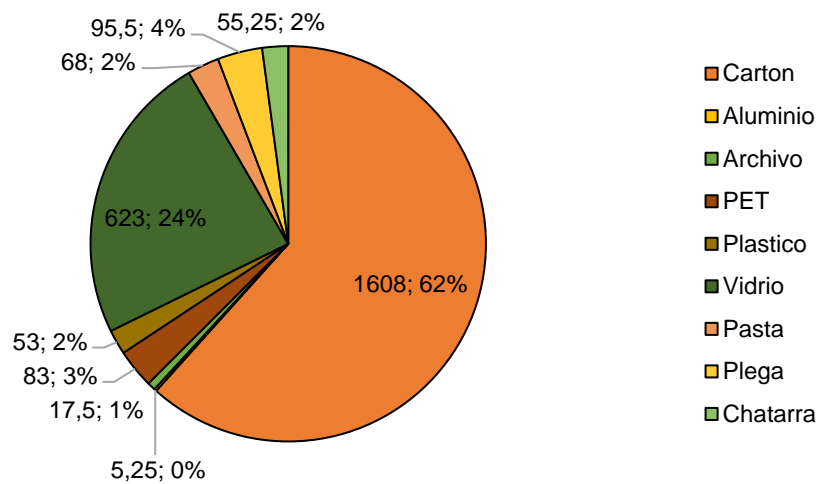
Figura 2. Composición de residuos generados por semana en Cacique El Centro Comercial previo a la implementación del modelo de gobernanza de residuos sólidos



Por su parte, dentro de la composición de los residuos aprovechables podemos encontrar que el cartón es el material que más se genera en un 6 %, seguido de vidrio en un 24 %, el aluminio en un 4 % y el PET en un 3 %. El porcentaje restante se divide en demás residuos aprovechables, señalados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 3. Composición de residuos aprovechables generados por semana en Cacique El Centro Comercial previo a la implementación del modelo de gobernanza de residuos sólidos

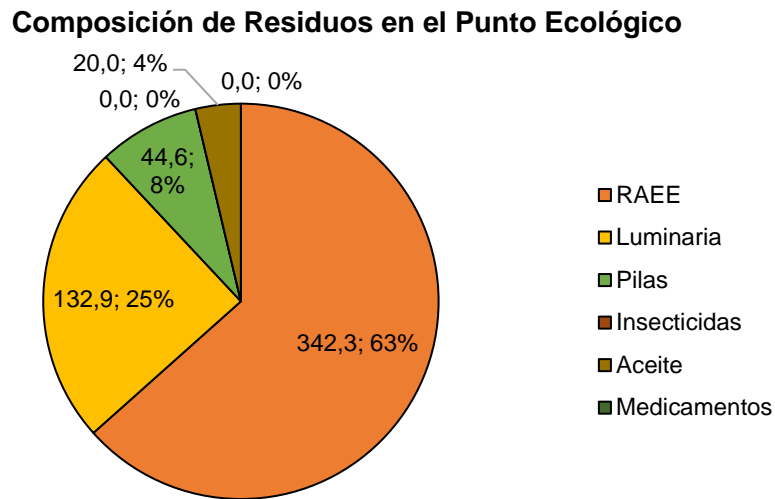
Composición de Aprovechables



Finalmente, dentro de los residuos especiales se reconoce que en su el mayor porcentaje de los residuos que son recolectados por Cacique El Centro Comercial en su punto ecológico corresponde a los RAEE 63 %, seguido de luminaria en un 25 % y pilas en un 8 %, el porcentaje restante se divide entre otros especiales reconocidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Por

su parte, no se reconocen residuos peligrosos generados por los establecimientos de salud y peluquerías que componen el centro comercial, ni consultorios odontológicos que se encuentran en la torre empresarial.

Figura 4. Composición de residuos peligrosos generados en el Punto Ecológico por semana en Cacique El Centro Comercial previo a la implementación del modelo de gobernanza de residuos sólidos



2.2 Implementación del Modelo de Gobernanza en Cacique El Centro Comercial

La implementación del modelo de gobernanza al interior de Cacique El Centro Comercial se basó en los programas señalados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Por lo tanto, se realizaron sesiones de capacitaciones por fuentes generadoras, así como capacitaciones establecimiento por establecimiento sobre los protocolos de gestión de residuos sólidos y las acciones para incrementar la separación en la fuente de los residuos generados.

Por su parte, en lo que respecta al programa número 2 del modelo, se promovieron las actividades de aprovechamiento de residuos sólidos, en donde, los residuos aprovechables como cartón y botellas continuaron llevándose a las correspondientes cooperativas, a saber, Copreser, mientras que los residuos orgánicos aprovechables fueron llevados al Campus El Limonal de la Universidad Santo Tomás, con la finalidad de transformación a abono orgánico. En consideración, los residuos orgánicos fueron llevados desde el día 19 de octubre al Campus El Limonal por medio de la empresa de recolección Limpieza Urbana (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 5. Recolección de residuos orgánicos aprovechables por parte de Limpieza Urbana



Para que los residuos orgánicos aprovechables fueran llevados al campus de la Universidad Santo Tomás fue necesario realizar la implementación de rutas de recolección de residuos específicas, una para los residuos aprovechables y otra para los residuos no aprovechables y orgánicos aprovechables, con la finalidad de concientizar y promover a las fuentes generadoras en la adecuada separación de residuos, contando con un especial énfasis en los Restaurantes y Cafeterías quienes son los que generan una mayor cantidad de residuos orgánicos aprovechables.

La implementación de las rutas de recolección al interior de Caci que El Centro Comercial fue bien recibida por las fuentes generadoras, sin embargo, debido a la implementación de la medida de forma espontánea, diversos establecimientos manifestaron no contar con los recipientes y bolsas acordes al código de colores señalado por la normativa legal vigente, encontrando desde un inicio la separación de residuos dispuestos en bolsas que no corresponden a su composición, por ejemplo, bolsas negras y verdes para la disposición de residuos aprovechables (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 6. Ruta de recolección de residuos aprovechable



Por su parte, los residuos no aprovechables y orgánicos aprovechables no contaron con dificultades a su momento de disposición y entrega a la ruta interna, sin embargo, si se presentaron dificultades en la separación de los residuos orgánicos aprovechables, los cuales, se señalaron que para su aprovechamiento en la planta de compostaje debían ser residuos vegetales crudos, evitando los residuos cárnicos, huesos, productos cocidos y mezcla con los residuos no aprovechables (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 7. Ruta de recolección de residuos no aprovechables y orgánicos aprovechables



Actualmente la labor de separación de residuos orgánicos aprovechables sigue profundizándose al interior de Cacique El Centro Comercial, realizando seguimiento a restaurantes que realizan una separación inadecuada en la fuente y capacitaciones personalizadas con la finalidad de despejar dudas sobre la separación de los residuos que son generados al interior de los establecimientos.

2.3 Cumplimiento de los Objetivos del Modelo de Gobernanza

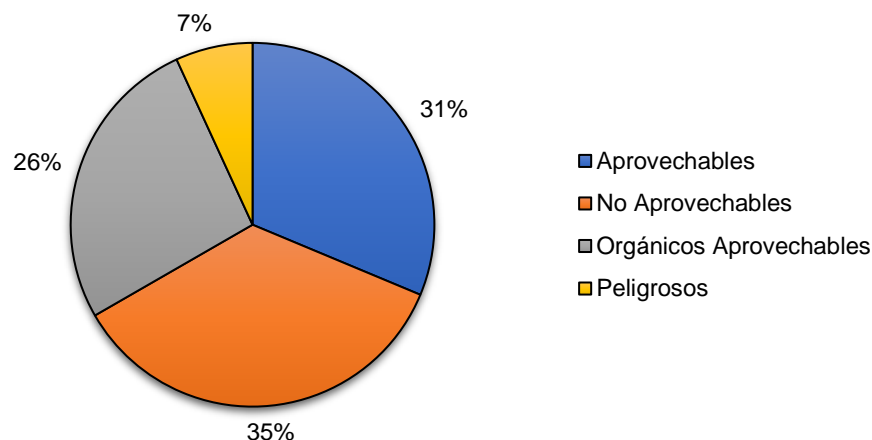
Para dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos propuestos en el Modelo de Gobernanza se solicitó a los Coordinadores de turno de AseoServicios, entidad encargada de los servicios varios al interior de Cacique El Centro Comercial, que realizaran el registro adecuado de los residuos que eran dispuestos al interior del cuarto de almacenamiento temporal de residuos. Por lo tanto, los resultados del registro se encuentran consignados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia**.3.

Tabla 3. Generación de Residuos Sólidos en Cacique El Centro Comercial luego de la socialización e implementación del modelo de gobernanza

Generador	Tipo de Residuos (kg)			
	Aprovechables	No Aprovechables	Orgánicos Aprovechables	Peligrosos
Establecimientos Comerciales, Bancos y Oficinas	1262,8	378,55	380,7	0,0
Hotel Holiday Inn	0,0	760,2	1252,9	0,0
Restaurantes y Cafeterías	24,3	885,1	1258,5	0,0
Salud y Peluquerías	1346,0	662,9	0,0	673,3
Torre Empresarial	398,1	81,4	0,0	5,0
Zonas Comunes	389,6	1100,5	0,0	0,0
Punto Ecológico	0,0	0,0	0,0	71,0
Total, Residuos por Semana	3420,8	3868,7	2892,1	749,3
% Residuos por Semana	31 %	35 %	26 %	7%
Total, Residuos Generados	10930,8			

De los resultados se obtiene el gráfico de composición de residuos señalado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

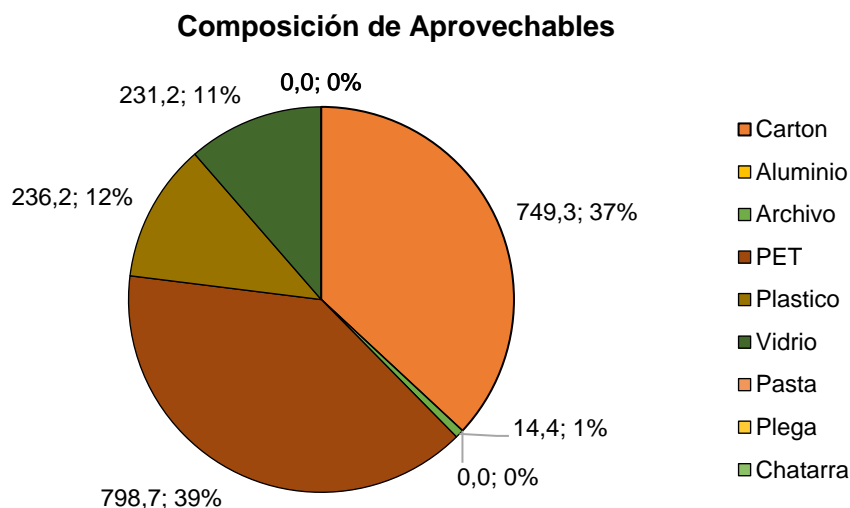
Figura 8. Composición de residuos generados por semana en Cacique El Centro Comercial luego de la socialización e implementación del modelo de gobernanza



Los resultados permiten reconocer que el porcentaje de residuos no aprovechables se redujo del 63 al 35 %, identificando que las actividades de socialización, principalmente en la separación de residuos, fueron efectivas, evidenciando un incremento en el porcentaje de residuos aprovechables y orgánicos aprovechables generados.

Por su parte, se logra evidenciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que la composición de residuos aprovechables permanece fue variable en comparación con el mes anterior, en donde el mayor porcentaje correspondió a la generación de plástico (39 %), seguido del cartón (37 %) y demás residuos señalados en la figura.

Figura 9. Composición de residuos aprovechables generados por semana en Cacique El Centro Comercial luego de la socialización e implementación del modelo de gobernanza



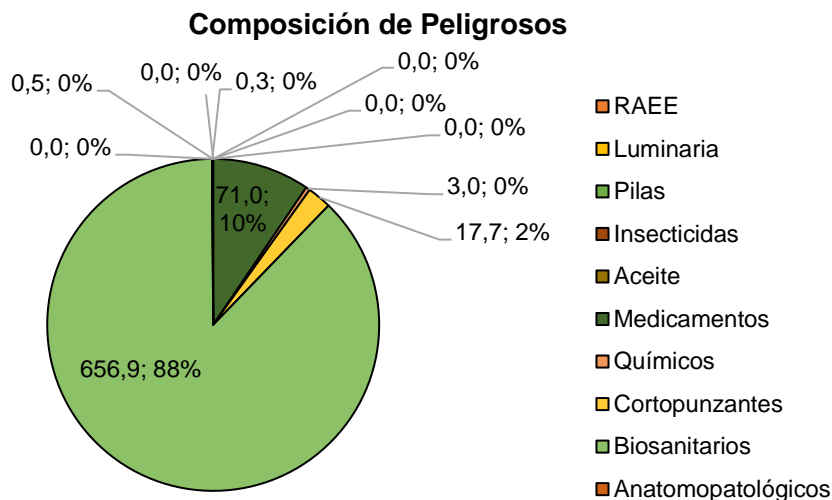
Por su parte, los peligrosos contaron con una participación del 7 %, debido a la recopilación de los datos correspondientes a la recolección de residuos peligrosos generados por los consultorios odontológicos de la Torre Empresarial y los establecimientos de Salud y Peluquerías de Cacique El Centro Comercial, datos que no eran considerados previamente al estudio. La composición de los residuos peligrosos se encuentra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Los resultados de los residuos peligrosos y especiales generados en el mes de octubre en Cacique El Centro Comercial permiten reconocer que había una gran cantidad de residuos peligrosos que se generaban al interior del centro comercial pero no se le llevaba a cabo el reporte adecuado. Se identifica que el 77 % de los residuos peligrosos son de tipo biosanitarios, seguido en una menor proporción por los cortopunzantes. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Es necesario destacar que los residuos peligrosos obtenidos de la Torre Empresarial y los establecimientos de Salud y Peluquerías son recogidos por la empresa DESCONT, por su parte, los residuos especiales como RAEE, pilas, insecticidas y luminaria son recolectados por Social RAEE,

el aceite usado se entrega a Grasecol y finalmente, los medicamentos dispuestos en el punto ecológico son entregados a la Fundación Bioentorno.

Figura 10. Composición de residuos peligrosos generados por semana en Cacique El Centro Comercial luego de la socialización e implementación del modelo de gobernanza



En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**4 se puede identificar el avance de los indicadores establecidos para cada programa luego de la implementación del Modelo de Gobernanza en Cacique El Centro Comercial.

Tabla 4. Resultados de los indicadores para determinar el cumplimiento de los objetivos

Programa	Indicadores	Resultado Septiembre*	Resultado Octubre**	Resultado Noviembre
1	Reducción de los residuos al sitio de disposición final	34 %	58 %	47%
2	Aumento al máximo del aprovechamiento de los residuos	12 %	31 %	34%
	Porcentaje de Residuos Aprovechables	63 %	35 %	47%
	Porcentaje de Residuos NO Aprovechables	22 %	26 %	13%
	Porcentaje de Residuos Peligrosos	3 %	7 %	6%

	Porcentaje de residuos Valorizados	12 %	57 %	47%
--	------------------------------------	------	------	-----

* Mes en el que se realizó el diagnóstico inicial, previo a la implementación del modelo de gobernanza

** Mes en el que se realiza la socialización del modelo de gobernanza y empieza su aplicación

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** permite determinar que el porcentaje de separación en la fuente en los meses de octubre y noviembre fue del 58% y el 47% respectivamente, superior al porcentaje obtenido en el diagnóstico inicial de 34 %. Por su parte, es posible identificar un avance en la reducción de residuos que son dispuestos en el relleno sanitario como punto de disposición final de residuos, pasando de un 63% a un 35-47% en estos dos meses. Se logra identificar a su vez, que el porcentaje de residuos aprovechables contó con un incremento del 12 al 31 y 34 %, mientras que los residuos orgánicos aprovechables incrementaron del 22 al 26-13% luego de la implementación y socialización del modelo de gobernanza, en donde se promovía la separación en la fuente de los residuos. A su vez, se reconoce el reporte de los residuos peligrosos que son generados al interior de los establecimientos de salud y peluquerías que componen a Cacique El Centro Comercial y su Torre Empresarial y que antes no contaban con un seguimiento.

Por su parte, los residuos que son valorizados por parte del centro comercial contaron con un incremento sustancial, dado que, para el mes de septiembre, únicamente se contaba con una valorización y reutilización de los residuos aprovechables, mientras que para el mes de octubre se integró la valorización de los residuos orgánicos aprovechables mediante la spin-off BIOTAS, la cual realiza la transformación de los residuos a abono orgánico, este indicador se incrementó de un 12 a un 58 %.

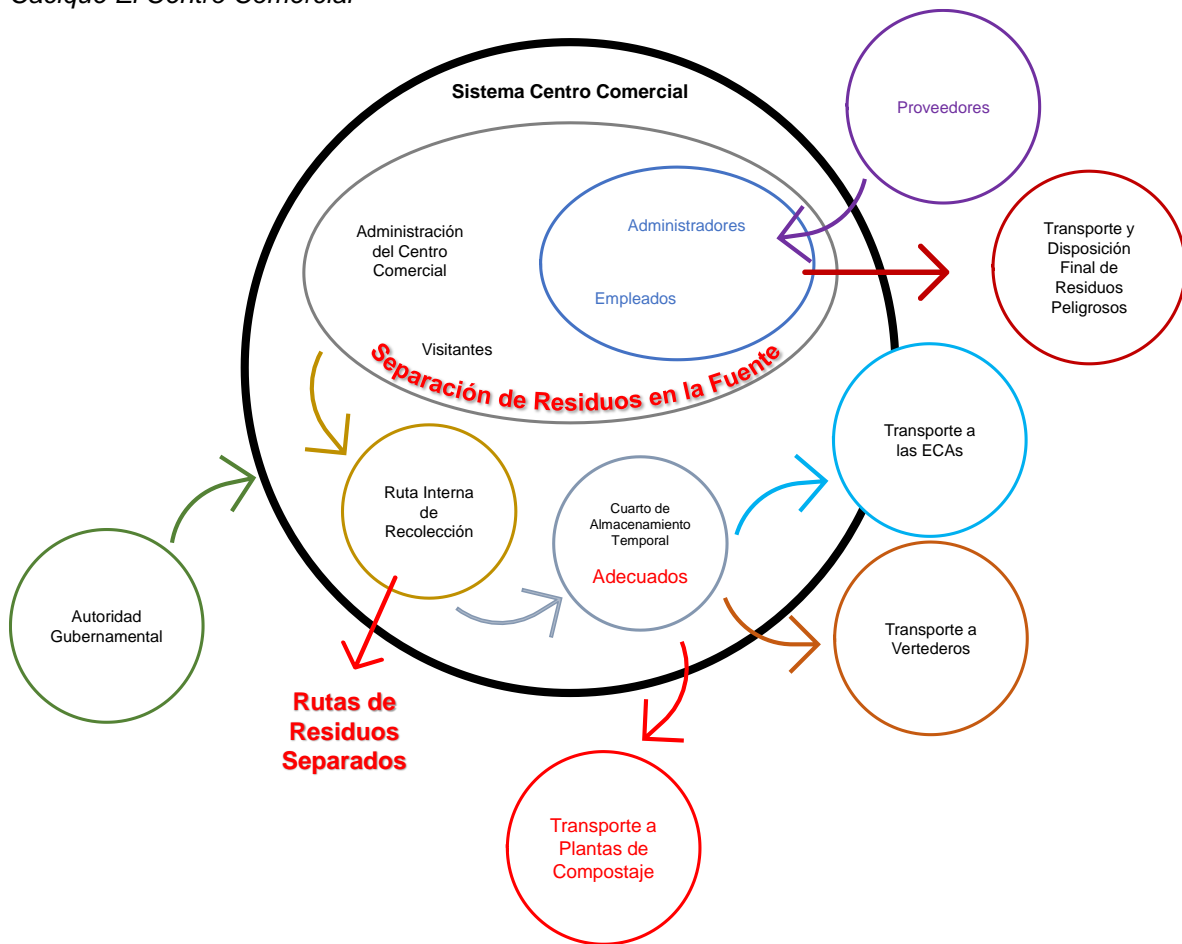
Por lo tanto, los resultados permiten identificar que para el primer mes de aplicación del modelo de gobernanza se ha mejorado la gestión y disposición de los residuos sólidos, a su vez, se ha promovido las actividades de separación en la fuente que favorecen la valorización de los residuos por parte de entidades externas. En consideración, los resultados demuestran que una aplicación constante y consciente del modelo de gobernanza en centros comerciales favorecería la reducción de residuos que se disponen en los rellenos sanitarios, e incrementaría el porcentaje de aprovechamiento de residuos que promueve el cumplimiento de los lineamientos nacionales e internacionales en materia de sostenibilidad ambiental.

2.4 Esquema Actual sobre el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos en Cacique El Centro Comercial

El diseño e implementación de los ajustes señalados en los protocolos de gestión de residuos sólidos generados el interior de Caique El Centro Comercial permiten reconocer ajustes en el sistema que se había planteado inicialmente (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). El sistema actual, se caracteriza por ser un sistema más complejo, el cual busca incluir a todos los actores involucrados del proceso y considerar cada una de las etapas y actividades que pueden influir en la adecuada separación y disposición de residuos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**4).



Figura 11. Esquema actual del sistema que comprende a la separación de residuos sólidos en Cacique El Centro Comercial



3. Valorización de los residuos orgánicos aprovechables o biodegradables en el Campus del Limonal, planta de compostaje de BIOTASS S.A.S

Este informe se elabora teniendo en cuenta el informe entregado por la empresa BIOTASS S.A.S. Se presenta la cantidad de residuos sólidos recibidos en la planta de compostaje y la producción de abonos desde el 19 de octubre hasta el 15 de diciembre de 2023, provenientes del Cacique Centro Comercial en el marco del Convenio 230732 entre Cámara de Comercio de Bucaramanga y Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga, para la ejecución del proyecto denominado "Proyecto de un piloto de gobernanza para la gestión sostenible de residuos en centros comerciales". Es importante aclarar que los residuos llegan a la planta de compostaje los lunes, jueves y viernes. Esta es la razón por la cual el informe inicia con la llegada de los residuos el jueves 19 de octubre y hasta el sábado 15 de diciembre de 2023

La planta de compostaje está ubicada en el Campus del Limonal de la Universidad Santo Tomás, es administrada y puesta en funcionamiento por la empresa BIOTASS S.A.S., allí, se reciben los residuos orgánicos aprovechables provenientes del Cacique Centro Comercial en el marco del proyecto: "Implementación de un piloto de gobernanza para la gestión sostenible de residuos en centros comerciales".

3.1 Procesos utilizados en la transformación de los residuos orgánicos aprovechables en abonos.

La transformación de los residuos orgánicos aprovechables en abono orgánico se realiza en los siguientes procesos:

- Recepción y pesaje de los residuos
- Separación y trituración de residuos
- Mezclado
- Fermentación y maduración
- Trituración y empaque del abono

3.1.1 Recepción y pesaje de los residuos

Los martes, jueves y sábado, llegan a la planta de compostaje canecas de 55 galones que contienen bolsas plásticas con los residuos sólidos provenientes del Cacique Centro Comercial. Estas canecas se pesan con residuos y posteriormente se pesan las canecas desocupadas para determinar el peso de los residuos de entrada a la planta. El peso de los residuos que llegan a la planta se determina con la siguiente fórmula:

Peso de residuos que llegan = Peso de las canecas con residuos – Peso de las canecas

3.1.2 Separación y trituración de residuos



Después del pesaje de residuos, estos se depositan en un mesón de acero inoxidable para retirar las bolsas plásticas y residuos que no son orgánicos aprovechables denominados rechazos para luego pasarlos por un triturador.

3.1.3 Mezclado

Los residuos orgánicos aprovechables triturados se les adiciona una mezcla de material que gallinaza para mantener una adecuada relación C/N y material secante con el objetivo de disminuir la humedad y de esta manera, prevenir la generación de lixiviados. A esta mezcla se le llama material de mezcla.

3.1.4 Fermentación y maduración

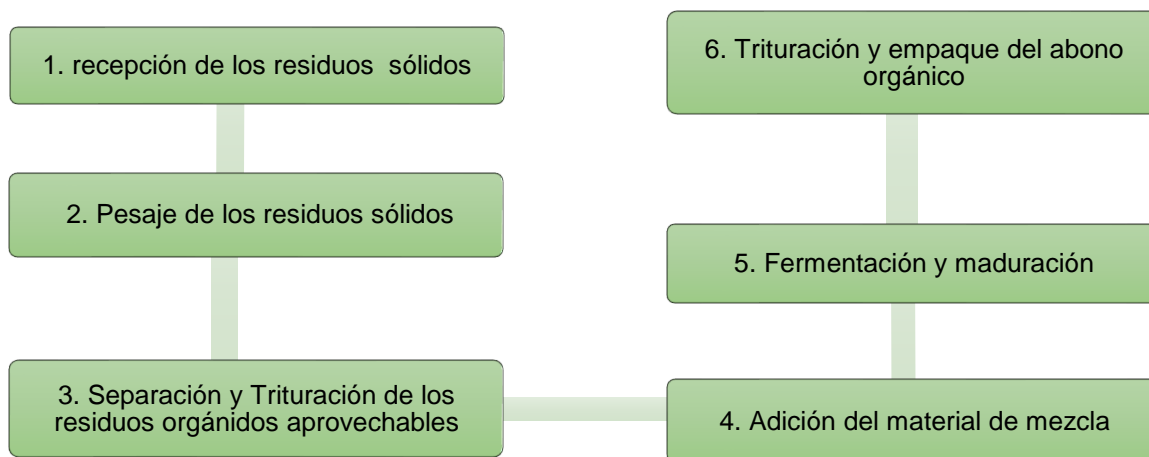
El proceso de compostaje es aerobio, controlando el oxígeno a través de volteos por un período de 3 a 4 semanas.

3.1.5 Trituración y empaque del abono

Después del proceso de fermentación y maduración, el abono pasa al proceso de trituración del abono con el objetivo de homogenizar el diámetro de partícula del abono y posteriormente, empacarlo en bultos de 40 Kg.

En la Figura 12, se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de abonos orgánicos a partir de residuos orgánicos aprovechables.

Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de abonos en la planta de compostaje de BIOTASS S.A.S



3.2 Actividades en la planta de compostaje

3.2.1 Recepción de los residuos sólidos en la planta de compostaje

Los residuos sólidos que ingresan a la planta de compostaje son en su mayoría residuos orgánicos aprovechables o biodegradables. Estos residuos provienen de los restaurantes, cafeterías y el hotel Holiday Inn, ubicados en el Cacique Centro Comercial. En la Tabla 5 se detalla la cantidad de residuos que llegaron a la planta de compostaje del Limonal durante el periodo comprendido entre el 19 de octubre y el 12 de diciembre.

Tabla 5. Cantidad de materia prima manejada en la planta de compostaje – BIOTASS

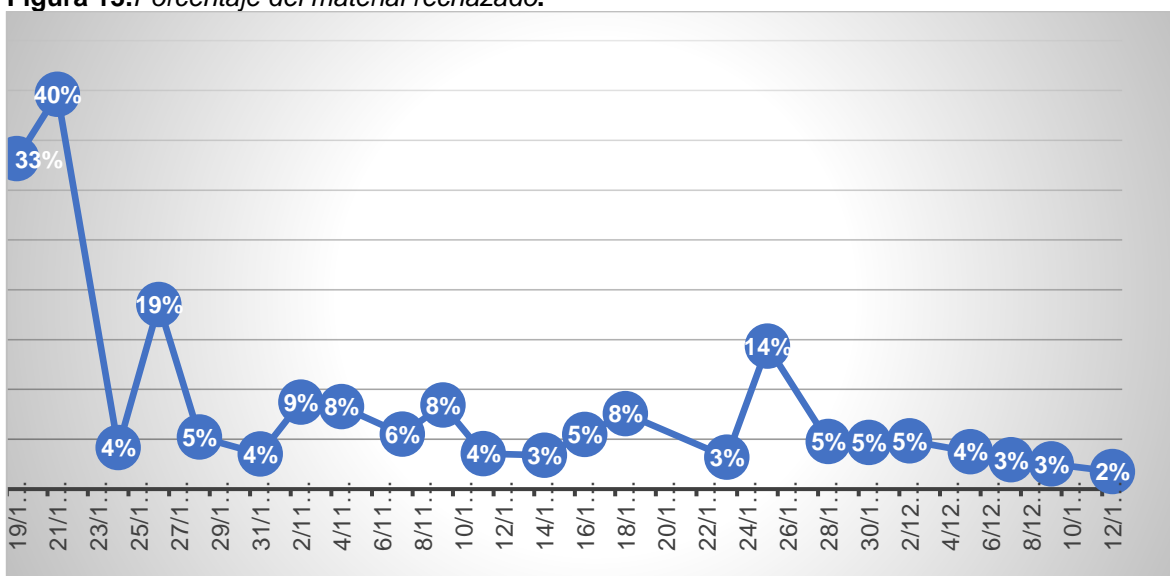
FECHA	RESIDUOS TOTALES[kg]	RESUDIOS RECHAZADOS [kg]	RESIDUO ORGÁNICOS [kg]
19/10/2023	635,6	210,7	424,9
21/10/2023	613,4	243,0	370,4
24/10/2023	683,8	28,5	655,3
26/10/2023	804,5	149,1	655,4
28/10/2023	999,0	52,3	946,7
31/10/2023	1448,9	51,3	1397,6
2/11/2023	1088,2	94,9	993,3
4/11/2023	1055,5	87,5	968,0
7/11/2023	1832,0	101,0	1731,0
9/11/2023	470,2	39,7	430,5
11/11/2023	1186,9	42,3	1144,6
14/11/2023	720,3	24,4	695,9
16/11/2023	755,3	41,5	713,8
18/11/2023	1521,0	115,3	1405,7
23/11/2023	666,2	21,3	644,9
25/11/2023	1273,4	182,6	1090,9
28/11/2023	1219,5	58,1	1161,4
30/11/2023	517,5	24,3	493,2
2/12/2023	727,5	35,3	692,2
5/12/2023	1309	49,3	1259,7
7/12/2023	612,8	18	594,8
9/12/2023	612,7	15,6	597,1

12/12/2023	932,9	16,5	916,4
TOTAL	21.686,1	1.702,5	19.983,6

3.2.2 porcentaje de residuos rechazados

Es notable señalar que se registraron incrementos en la cantidad total de residuos sólidos en las fechas del 7 y 18 de noviembre, justo después de festivos y eventos especiales. La tendencia positiva en la eficiencia de separación en la fuente influye en la calidad del abono y por lo tanto, se recomienda continuar con programas educativos que respalden y mejoren estos resultados en el futuro. En la Figura 13, se presenta el porcentaje del material rechazado a lo largo del periodo evaluado.

Figura 13. Porcentaje del material rechazado.



La revisión detallada de los porcentajes de rechazos evidencia inicialmente picos notables, como el indicando una proporción significativa de materiales no aprovechables, alcanzando niveles del 40%. No obstante, es crucial señalar que, a medida que avanzaba el periodo, se observó una tendencia a la baja en los porcentajes de rechazo, evidenciando una mejora progresiva en las prácticas de separación en la fuente. Sin embargo, se registran incrementos en los niveles de rechazo en algunos días. Este fenómeno destaca la importancia de mantener una vigilancia constante y de reforzar las prácticas de concientización para asegurar la consistencia en la gestión de residuos.

Los residuos rechazados incluyen elementos como huesos, carnes, plásticos, cubiertos de metal, limpiadores y botellas de vidrio, representan una categoría específica de materiales que han llegado con los residuos orgánicos aprovechables. La Figura 14 visualiza de manera clara estos materiales catalogados como rechazos, destacando la importancia de su identificación y separación en la

fuelle. Es esencial reconocer que la presencia de estos elementos no solo compromete la calidad del compost, sino que también puede tener implicaciones negativas en el proceso de trituración, subrayando la necesidad de una gestión precisa y cuidadosa de los residuos desde su origen.

Figura 14. *Materiales rechazados susceptibles de causar daños al triturador*



3.2.3 Producción de abonos orgánicos

Los abonos orgánicos generados se producen mediante la combinación de 80% de residuos orgánicos aprovechables procedentes del Cacique Centro Comercial (CCC) con el 20% del material de mezcla para una eficiencia del proceso de compostaje es del 30% aproximadamente.

Como se mencionó en los informes anteriores, el proceso de elaboración de abonos tiene una duración de 4 semanas, a la fecha todavía no se reporta abono producido durante el mes de diciembre. Pero teniendo en cuenta la cantidad de residuos orgánicos que entraron a la planta de compostaje y el promedio general de eficiencia del proceso se puede decir que la producción de abonos con los residuos orgánicos aprovechables se obtiene con la siguiente fórmula:

Abono producido = (residuos orgánicos aprovechables) x 0,30%

Abono producido = 19.983,6 kg x 30% = 5.995,1 kg de abono orgánico

La producción de abono orgánico durante los 2 meses que llevaron los residuos del Cacique Centro Comercial a la planta de compostaje de BIOTASS S.A.S fue de 6 Toneladas de abonos orgánicos.

3.3 Efectos en el cambio climático

La transformación de los residuos orgánicos aprovechables para la producción de abonos orgánicos tiene efectos en la prevención de emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático.

La prevención de estos gases se cuantifican usando las metodologías WARM (Waste Reduction Model) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) y la herramienta CERF (Composting Emission Reduction Factor) de la Agencia de protección Ambiental de California.

Estas dos Agencias tienen la experiencia y recursos para hacer los respectivos análisis y sus metodologías son directamente aplicables al trabajo que se realiza en la planta de BIOTASS S.A.S

El compostaje controlado, busca minimizar la transformación de estos gases de efecto invernadero en menor porcentaje y con ello disminuye las afectaciones para el medio ambiente.

Con ello es importante destacar que a pesar de que el proceso de compostaje puede generar emisiones biogénicas el impacto de esta emisión total de gases de efecto invernadero es menor que si los residuos orgánicos fueran enviados a los rellenos sanitarios, donde la descomposición anaeróbica genera grandes cantidades de metano y dióxido de carbono que contribuyen al calentamiento global.

3.3.1 Cálculo total de prevención de gases de efecto invernadero

De acuerdo con la metodología descrita anteriormente, se tiene en cuenta un factor de reducción conservador de 0.71 toneladas de CO₂ equivalente por cada tonelada de residuos orgánicos procesados. Se puede estimar que las emisiones prevenidas por la transformación de los residuos orgánicos aprovechables durante el convenio, equivalen a 14,2 toneladas de CO₂ equivalente.

Cálculo CO₂e = 20 ton de residuos orgánicos aprovechables procesados * 0.71 factor de prevención = 14,2 ton

CONCLUSIONES

La evaluación exhaustiva de la gestión de residuos en Cacique El Centro Comercial ha proporcionado una visión completa de los desafíos y las oportunidades para mejorar la sostenibilidad ambiental y cumplir con los estándares internacionales. Tras la implementación del modelo de gobernanza, se extraen varias conclusiones significativas.

En primer lugar, el diagnóstico inicial de la generación de residuos reveló una predominancia alarmante (63%) de residuos no aprovechables, subrayando la necesidad crítica de intervenciones estructuradas. La aplicación de programas específicos y sesiones de capacitación ha demostrado ser un enfoque efectivo para abordar esta disparidad, evidenciado por la reducción sustancial de residuos no aprovechables al 35% en el primer mes.

El impacto positivo se extiende a una mejor gestión de residuos peligrosos, con un énfasis claro en la recolección y tratamiento adecuado. Este cambio señala algunas falencias previas en la documentación y seguimiento de estos residuos, lo cual dificulta dar garantía de su manejo seguro y cumplimiento normativo.

El tratamiento de los residuos orgánicos mediante la colaboración con la spin-off BIOTAS ha sido una actividad relevante. La transformación del 93% de estos residuos en abono orgánico demuestra la viabilidad y eficacia de asociaciones con entidades externas especializadas.

Los indicadores de cumplimiento han corroborado estos avances, con una reducción significativa de residuos enviados a vertederos y un aumento notable en el aprovechamiento de residuos. Sin embargo, persisten desafíos en la separación adecuada, especialmente en algunos establecimientos, subrayando la necesidad continua de programas de capacitación y supervisión.

El esquema actual del sistema de gestión de residuos refleja una adaptabilidad crucial para abordar múltiples actores y etapas del proceso. Esta complejidad añadida es esencial para una gestión integral y sostenible de residuos.

En última instancia, la implementación constante del modelo de gobernanza ha tenido un impacto social y ambiental positivo, marcando un paso significativo hacia la sostenibilidad. No obstante, es imperativo mantener el impulso, abordar las áreas de mejora identificadas y considerar futuras expansiones de colaboración con entidades externas.

La planta de compostaje ha demostrado una sólida eficiencia en la conversión de residuos orgánicos aprovechables, provenientes del Cacique Centro Comercial en abono orgánico. Los resultados muestran un rendimiento promedio del 30%, lo que indica una transformación significativa de los materiales de entrada en un producto utilizable y beneficioso para la agricultura.

La composición adecuada de la mezcla, que incluye residuos orgánicos y material de mezcla, es crucial para el aumento de la eficiencia del proceso de compostaje. Los datos reflejan la influencia

positiva de una combinación equilibrada de estos materiales en la producción eficiente de abono. Esta observación destaca la relevancia de mantener una proporción adecuada de ingredientes para optimizar la descomposición y la formación del abono.

La promoción de la conciencia ambiental y una separación efectiva en la fuente se revela como un elemento crucial para garantizar un proceso de trituración eficaz y seguro en la planta de compostaje. La calidad de la materia prima, influenciada por una buena separación, directamente impacta la eficiencia del proceso, destacando la necesidad de prácticas responsables desde la fuente para optimizar la seguridad y eficacia de la trituración.

La marcación de las bolsas de residuos emerge como una estrategia efectiva para identificar y abordar directamente la fuente de problemas en los procesos de separación. Esta práctica no solo facilita la detección de áreas de mejora, sino que también invita a una colaboración más estrecha con los generadores de residuos. Al identificar específicamente las bolsas mal clasificadas, se crea una oportunidad para la educación y el mejoramiento continuo en los hábitos de separación en la fuente. Este enfoque proactivo, alineado con la conciencia ambiental, contribuye a la optimización general del proceso de compostaje y fortalece la cadena de gestión de residuos, promoviendo prácticas más sostenibles.

La práctica del compostaje disminuye la emisión de gases de efecto invernadero si se compara con la emisión de estos gases por disposición de estos residuos en los vertederos, previniendo el calentamiento global.



REFERENCIAS

- [1] J. Figueroa y J. Cruz, «¿Gobernanza de los residuos sólidos? Estudio de caso sobre el ejido Los Ángeles, Reserva de la Biósfera La Sepultura, Chiapas, México,» *Sociedad y Ambiente*, vol. 7, nº 20, pp. 79-102, 2019.
- [2] A. Pérez, «Gobernanza territorial y gestión de residuos sólidos urbanos en el distrito de Nuevo Chimbote, Ancash, 2021,» Universidad César Vallejo, Chimbote, 2021.
- [3] E. Iacovidou, J. Hahladakis y P. Purnell, «A systems thinking approach to understanding the challenges of achieving the circular economy,» *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, pp. 24785-24806, 2021.
- [4] C. Beltrán, «Parámetros de gobernanza ambiental presentes en la gestión integral de residuos sólidos: Una visión desde las experiencias de los municipios de Isnos, Pitalito y San Agustín, Colombia,» Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá D.C., 2020.
- [5] E. Osorio, «Gestión sistémica de residuos sólidos (papel y cartón) en una institución de estudios superiores,» Instituto Politécnico Nacional, México D.F., 2011.
- [6] J. López, «Gestión de Residuos Plásticos Domiciliarios en Bogotá desde la Teoría de Sistemas Complejos,» Fundación Universidad de América, Bogotá D.C., 2021.
- [7] F. Alarcón, «Fundamentos conceptuales para la construcción de sistemas de gestión ambiental basados en el enfoque de sistemas y de complejidad, que permitan una concepción integral de la relación entre la universidad y la complejidad de su entorno,» Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C., 2010.
- [8] J. Seadon, «Sustainable waste management systems,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 18, nº 16-17, pp. 1639-1651, 2010.
- [9] P. Checkland, «Systems Theory and Management Thinking,» *American Behavioral Scientist*, vol. 38, nº 1, pp. 75-91, 1994.
- [10] J. Bohórquez, «Lineamientos conceptuales para la construcción de sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos (SGRSU), a nivel local en Colombia, con perspectivas sostenibles,» Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá D.C., 2022.

V.º B.º

