

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S) ANDRES CAMILO APELLIDOS: RODRIGUEZ VILLAMIZAR

NOMBRE(S) ANGIE DANIELA APELLIDOS: QUINTERO SIERRA

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR: GERSON LIMAS RAMIREZ

NOMBRE(S): MIGUEL ANGEL APELLIDOS: BARRERA MONSALVE

NOMBRE(S): EDGAR JAVIER APELLIDOS: VILLAMIZAR FLOREZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): COMPOSICIÓN Y ORIGEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, UN ENFOQUE DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS PRODUCIDOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHITAGA, NORTE DE SANTANDER

La problemática de los residuos sólidos en áreas urbanas es un tema de creciente relevancia en el ámbito global. A medida que la población urbana aumenta y las ciudades se expanden, la generación de residuos sólidos se convierte en un desafío cada vez más apremiante. El municipio de Chitagá, situado en el norte de Santander, Colombia, no es ajeno a esta problemática, ya que la urbanización y el desarrollo económico han dado lugar a un aumento significativo en la producción de desechos. La gestión efectiva de los residuos sólidos es fundamental no solo para preservar la calidad del entorno y la salud de la población, sino también para promover la sostenibilidad y el bienestar en la comunidad local.

PALABRAS CLAVES: (ESCRIBIR MÁXIMO 5)

Residuos – Bienestar – Comunidad

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 108

PLANOS: NO

CD ROOM: NO

ILUSTRACIONES: ..

## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 6 DE SEPTIEMBRE DE 2.023 **HORA:** 11:00 A. M.

**LUGAR:** SALA DE JUNTAS - FU308 - UFPS

**DE ESTUDIOS:** INGENIERIA CIVIL

**TITULO DE LA TESIS:** "COMPOSICIÓN Y ORIGEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, UN ENFOQUE DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS PRODUCIDOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHITAGA, NORTE DE SANTANDER."

**JURADOS:** ING. MIGUEL ÁNGEL BARRERA MONSALVE  
ING. EDGAR JAVIER VILLAMIZAR FLOREZ

**DIRECTOR:** INGENIERO GERSON LIMAS RAMIREZ

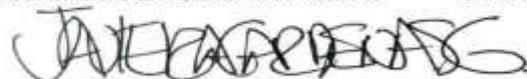
**CODIRECTOR:** INGENIERO JOSE MAURICIO JULIO SEPULVEDA

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
ANDRES CAMILO RODRIGUEZ VILLAMIZAR	1113082	4,3	CUATRO, TRES
ANGIE DANIELA QUINTERO SIERRA	1112996	4,3	CUATRO, TRES

# APROBADA

  
ING. MIGUEL ÁNGEL BARRERA MONSALVE

  
ING. EDGAR JAVIER VILLAMIZAR FLOREZ

VO. BO. 

JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

BETTY M

COMPOSICIÓN Y ORIGEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, UN ENFOQUE DE  
CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS PRODUCIDOS EN EL ÁREA  
URBANA DEL MUNICIPIO DE CHITAGA, NORTE DE SANTANDER.

ANDRES CAMILO RODRIGUEZ VILLAMIZAR

ANGIE DANIELA QUINTERO SIERRA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

COMPOSICIÓN Y ORIGEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, UN ENFOQUE DE  
CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS PRODUCIDOS EN EL ÁREA  
URBANA DEL MUNICIPIO DE CHITAGA, NORTE DE SANTANDER.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero  
Civil

ANDRES CAMILO RODRIGUEZ VILLAMIZAR

ANGIE DANIELA QUINTERO SIERRA

Director

GERSON LIMAS RAMIREZ

Ingeniero Civil

Codirector

JOSE MAURICIO JULIO SEPULVEDA

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

## Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	8
1. PROBLEMA	10
1.1 Título	11
1.2 Planteamiento del Problema	11
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	12
1.4 Justificación	12
1.5 Alcances y Limitaciones	14
1.5.1 Alcances	14
1.5.2 Limitaciones	15
1.6 Delimitaciones	15
1.6.1 Delimitación espacial	15
1.6.2 Delimitación temporal	16
1.6.3 Delimitación Conceptual	16
2. MARCO REFERENCIAL	17
2.1 Antecedentes	17
2.1.1 Antecedentes Internacionales	17
2.1.2 Antecedentes Nacionales	18
2.1.3 Antecedentes Regionales	20
2.2 Marco Contextual	21
2.3 Marco Teórico	35
2.4 Marco conceptual	51
2.5 Marco Legal	51
3. DISEÑO METODOLÓGICO.	84
3.1 Tipo de Investigación	84
3.2 Población y Muestra	85
3.2.1 Población.	85
3.2.2 Muestra	85
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	86
5. CONCLUSIONES	98
6. RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	104

## **Lista de Figuras**

Figura 1 Ubicación	16
Figura 2 Clasificación de los residuos	43

## Lista de Tablas

Tabla 1 Clasificación de los residuos sólidos .....	37
Tabla 2. Indicadores de seguimiento de los ODS, relacionados con la GIRS .....	55
Tabla 3. Indicadores de seguimiento de las líneas de acción de la ENEC .....	65
Tabla 4 P1 .....	86
Tabla 5 P2 .....	86
Tabla 6 P3 .....	87
Tabla 7 P4 .....	87
Tabla 8 P5 .....	88
Tabla 9 P6 .....	88
Tabla 10 P7 .....	89
Tabla 11 P8 .....	89

## **Lista de anexos**

Anexo A Formato preguntas	104
Anexos B Registro fotográfico	106

## INTRODUCCIÓN

La problemática de los residuos sólidos en áreas urbanas es un tema de creciente relevancia en el ámbito global. A medida que la población urbana aumenta y las ciudades se expanden, la generación de residuos sólidos se convierte en un desafío cada vez más apremiante. El municipio de Chitagá, situado en el norte de Santander, Colombia, no es ajeno a esta problemática, ya que la urbanización y el desarrollo económico han dado lugar a un aumento significativo en la producción de desechos. La gestión efectiva de los residuos sólidos es fundamental no solo para preservar la calidad del entorno y la salud de la población, sino también para promover la sostenibilidad y el bienestar en la comunidad local.

En este contexto, la presente investigación se adentra en el estudio de la composición y el origen de los residuos sólidos generados en el área urbana del municipio de Chitagá. Esta investigación representa un esfuerzo multidisciplinario y holístico que busca arrojar luz sobre las complejidades de la gestión de residuos sólidos en el contexto urbano específico de Chitagá. Los desafíos en la gestión de residuos incluyen la disposición adecuada, la minimización de impactos ambientales, la eficiencia en la recolección y el fomento de prácticas responsables entre los ciudadanos.

La composición de los residuos sólidos es un aspecto fundamental de esta investigación. Comprender qué elementos constituyen la corriente de desechos es esencial para diseñar estrategias de manejo efectivas y tomar decisiones informadas. Además, el origen de los residuos, es decir, los patrones de generación y las fuentes de producción, proporciona información valiosa para la implementación de medidas preventivas y correctivas.

El propósito de este estudio va más allá de la mera caracterización de los residuos sólidos; busca sentar las bases para la implementación de políticas y prácticas de gestión de residuos más eficientes y sostenibles en Chitagá. A través de la recopilación de datos precisos y el análisis exhaustivo de la composición y origen de los residuos sólidos, se espera no solo comprender mejor la situación actual, sino también orientar la toma de decisiones hacia un futuro más limpio, saludable y sostenible para la comunidad de Chitagá.

Además, este estudio pretende servir como un modelo y punto de referencia para otras comunidades urbanas que enfrentan desafíos similares en Colombia y más allá. La gestión de residuos sólidos es un problema común en el mundo moderno, y las soluciones efectivas y sostenibles son esenciales para garantizar un futuro más limpio y saludable para las generaciones venideras. Este trabajo de investigación se alinea con ese objetivo, y se espera que sus hallazgos y recomendaciones contribuyan al avance en la gestión de residuos sólidos tanto a nivel departamental.

## 1. PROBLEMA

A pesar de las dificultades que persisten en la ciudad, es crucial abordar la problemática ambiental relacionada con la generación de residuos sólidos en Colombia. El marco político y normativo de la gestión integral de residuos sólidos tiene como objetivo fundamental la minimización eficiente de los riesgos tanto para las personas como para el medio ambiente ocasionados por los residuos sólidos y peligrosos. Este enfoque busca particularmente reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos que llegan a los sitios de disposición final, con el fin de contribuir a una protección ambiental efectiva y al crecimiento económico (UNICEF-Cinara, 2005, p.31).

La problemática ambiental de la contaminación generada por los residuos sólidos es un fenómeno de alcance global, nacional y local. Este problema se origina en el actual modelo de desarrollo económico, caracterizado por un alto consumo, la utilización y eliminación de productos y sus desechos. Por lo tanto, es imperativo encontrar soluciones específicas para cada comunidad, con el propósito de mitigar el impacto negativo que esta contaminación ejerce sobre el medio ambiente.

Los residuos sólidos se definen como materiales que se consideran desechos en las actividades humanas y que carecen de utilidad o valor económico. La gestión y disposición final de estos residuos pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, generando contaminación que afecta tanto a los seres vivos como a todo el sistema ecológico.

La falta de conciencia o información sobre los problemas ambientales relacionados con los residuos sólidos ha llevado a un manejo generalmente inadecuado de estos. Por lo tanto, es esencial proponer soluciones integrales que abarquen desde la fuente de generación hasta el transporte y depósito de residuos, cumpliendo con las normas y

requisitos legales vigentes, así como con los estándares técnicos, ecológicos, económicos, administrativos y comerciales al alcance de los usuarios y las instituciones.

## **1.1 Título**

Composición y origen de los residuos sólidos, un enfoque de caracterización de los desechos producidos en el área urbana del municipio de Chitaga, Norte de Santander.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

¿Cuál es la composición detallada de los residuos sólidos generados en el área urbana de Chitagá?

¿Cuáles son las principales fuentes de generación de residuos en Chitagá?

¿Cuál es el impacto de la gestión de residuos actuales en la comunidad local y el entorno?

¿Qué prácticas o políticas podrían mejorar la gestión de residuos sólidos en Chitagá?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Realizar una caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos generados en el municipio de Chitagá y, a partir de los hallazgos, desarrollar una propuesta destinada a concienciar y promover la separación apropiada de dichos residuos en su fuente de origen.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1 TABLAS Realizar un análisis de la composición cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos generados en la zona residencial urbana de Chitagá.

Evaluar el estado actual de la gestión de residuos sólidos en Chitagá mediante una revisión exhaustiva de las prácticas y políticas existentes.

Diseñar una propuesta integral que incluya acciones específicas para sensibilizar a la población acerca de la importancia de separar adecuadamente los residuos sólidos generados en los hogares de Chitagá.

### **1.4 Justificación**

Esta investigación se basa en el reconocimiento de la importancia de la gestión de residuos sólidos para la sociedad y su impacto en el entorno natural. Tanto los gobiernos locales como los generadores de residuos, grandes, medianos y pequeños, se ven compelidos a buscar soluciones para mitigar los efectos negativos del inadecuado manejo de residuos sólidos y la insuficiente gestión del problema. En este contexto, se subraya la relevancia de abordar esta situación, ya que se han implementado estrategias integrales de manejo de residuos sólidos, con un enfoque en la disposición final, el aprovechamiento y la valorización. Estas estrategias no solo preservan los espacios públicos, sino que también contribuyen a la conservación del medio ambiente y, en última instancia, a la salud de los habitantes.

Por otra parte, la investigación ha aportado elementos innovadores para la ciudad de Chitagá, destacando la importancia de su enfoque en la sensibilización de la comunidad en cuanto al manejo y la separación de los residuos sólidos en la fuente. El principal logro radica en el cambio de actitud, fomentando que la población no sea indiferente al tema y se convierta en agentes activos que, a través de sus acciones individuales,

puedan impulsar iniciativas colectivas en beneficio del medio ambiente en Chitagá. Esta propuesta tiene el potencial de ser replicada en otras comunidades y lograr niveles elevados de sensibilización, lo que a su vez podría generar una mejora significativa en la gestión de residuos sólidos.

En el contexto específico de Chitagá, la producción y las características de los residuos sólidos son altamente variables, y a medida que la población crece y los sectores urbanos se expanden, se vuelve fundamental consolidar estrategias de gestión de residuos sólidos en la ciudad. Esto es esencial para prevenir problemas futuros, como el aumento de la contaminación ambiental y conflictos sociales derivados de la falta de planes y programas de gestión.

La propuesta resultante de esta investigación tiene como principal objetivo sensibilizar a la ciudadanía sobre la importancia de un manejo adecuado de los residuos sólidos desde sus hogares. Esto se fundamenta en la idea de que cualquier esfuerzo de la administración en esta área carece de efectividad si los ciudadanos en sus hogares no comprenden la relevancia y no participan activamente en la gestión adecuada de los residuos sólidos.

En resumen, esta investigación no solo cumple con los requisitos académicos para la obtención de un título profesional, sino que también sienta las bases para la implementación de acciones en beneficio de la comunidad, el medio ambiente y los espacios públicos de Chitagá en relación con la gestión apropiada de los residuos sólidos y la concientización constante de la ciudadanía sobre su importancia.

## **1.5 Alcances y Limitaciones**

### **1.5.1 Alcances**

El documento permitirá comprender la problemática específica de los residuos sólidos en el área urbana de Chitagá, identificando los tipos de residuos generados, sus cantidades y las fuentes principales de generación.

Proporcionará un diagnóstico detallado de la situación actual de la gestión de residuos, evaluando cómo se están manejando actualmente y señalando posibles deficiencias en el sistema.

Evaluará el impacto ambiental y sanitario de la gestión de residuos, destacando posibles riesgos para la salud pública y el entorno natural.

Ofrecerá recomendaciones específicas y prácticas para mejorar la gestión de residuos, incluyendo estrategias para reducir la generación, fomentar el reciclaje y mejorar la infraestructura de manejo de residuos.

Podría proponer medidas para fomentar la participación comunitaria en la gestión de residuos, reconociendo la importancia de la educación ambiental y la concientización en la comunidad.

El documento contribuirá al desarrollo sostenible de la región al proponer soluciones que no solo aborden los problemas actuales, sino que también promuevan prácticas ambientalmente responsables a largo plazo; además Servirá como una base sólida para la toma de decisiones informadas por parte de autoridades locales y otros actores involucrados en la gestión de residuos en Chitagá.

### **1.5.2 Limitaciones**

Las limitantes que pudimos tener para el desarrollo del documento es el poco interés de los ciudadanos y de las autoridades locales por mejorar la situación de los desechos del municipio, así como el clima que de vez en cuando nos juega una mala pasada haciendo lento nuestro proceso para la consecución de resultados.

### **1.6 Delimitaciones**

#### **1.6.1 Delimitación espacial**

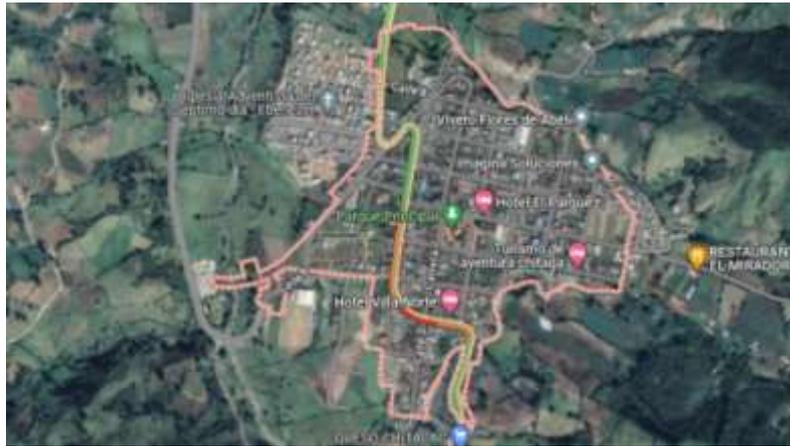
El documento se desarrollará en el municipio de Chitaga en norte de Santander.

Chitagá es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Norte de Santander, en la región nororiental del país. Aquí tienes información detallada sobre su ubicación geográfica:

Coordenadas Geográficas: Chitagá se encuentra aproximadamente a una latitud de  $7.1272^{\circ}$  N y una longitud de  $-72.6548^{\circ}$  O.

Altitud: La altitud promedio de Chitagá es alrededor de 2,020 metros sobre el nivel del mar; Chitagá está ubicado en la región andina colombiana, específicamente en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes.

Limita al norte con el municipio de Pamplonita, al sur con el municipio de Silos, al este con Venezuela y al oeste con los municipios de Cúcuta y Santiago.



*Fuente Google Maps*

## **Figura 1** Ubicación

### **1.6.2 Delimitación temporal**

El estudio se llevará a cabo dentro de cuatro meses iniciando con la presentación del anteproyecto y culminando con la ejecución del proyecto.

### **1.6.3 Delimitación Conceptual**

Usaremos términos como:

- Residuo
- Separación
- Reciclaje
- Medio ambiente
- Sensibilización.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Desde principios del año 1970, Alemania le ha dado a su política un enfoque ambientalista dirigido al tema de producción de residuos de envases se rescatan los siguientes aspectos:

En 1991 por medio del decreto Töpfer Balzarini (1999), lo define “Ordenanza sobre Residuos de Envases (Decreto Töpfer) del 12 de junio de 1991, que fue enmendado en mayo de 1998 y en vigencia desde agosto del mismo año” (p.4). Este decreto insiste en la importancia de la separación, prevención y reciclado de envases, tratamiento que se apoya en tres principios básicos: El de precaución, el que contamina paga y el de cooperación. Estas normas ambientales son de gran trascendencia, pues en ellas se responsabiliza de sus acciones a todos los agentes que intervienen en el ciclo de producción-consumo de envases, según lo señala Velázquez, (2006, p.192), quien desarrolló una propuesta para la ciudad de Guadalajara a partir de la experiencia de la Unión europea en gestión ambiental y tratamiento de residuos sólidos. (Pinilla, 2015)

En Suramérica, uno de los casos exitosos corresponde al realizado en Lima (Perú) con el Proyecto Piloto de segregación en la fuente de residuos sólidos domiciliarios y recolección selectiva con tecnología alternativa. Dicho proyecto se elaboró con el fin específico de promover la disminución de la contaminación ambiental en diversas zonas del distrito a través del Programa Piloto de Segregación, recolección selectiva y comercialización de los residuos sólidos segregados, con importantes resultados.

**“Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en américa latina y el caribe.”**

El presente diagnóstico desarrollado por Acurio, Rossin, Teixeira y Zepeda (2007), es el resultado de un esfuerzo conjunto del Banco Interamericano de Desarrollo y de la Organización Panamericana de la Salud. La información del diagnóstico proviene principalmente de los documentos "El Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe", Serie Ambiental No 15, OPS, 1995 y "Desechos Peligrosos y Salud en América Latina y el Caribe", Serie Ambiental No 14, OPS, 1994, la que fue complementada con datos recopilados por expertos contratados en ocho países, Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, México, Perú, Trinidad y Tobago, y Venezuela. Así mismo, se utilizaron los estudios de los Análisis Sectoriales en Residuos Sólidos realizados en Guatemala, Colombia, Uruguay y México con el apoyo de la OPS, BID, BIRF y USAID durante 1995 y 1996. El Diagnóstico ha permitido identificar los siguientes aspectos críticos y conclusiones agrupados bajo seis categorías: (1) área institucional y legal; (2) área técnica y operativa; (3) área económico- financiera; (4) área de la salud; (5) área del ambiente; y (6) área social y comunitaria.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

#### **“Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos en Bogotá.”**

Esta investigación adelantada por Puerta (2003) reconoce que el compostaje de residuos orgánicos municipales puede presentar riesgos y ocasionar daños al ser utilizado como acondicionador de suelos, por el exceso de materiales inertes, emisión de malos olores, salinidad elevada, toxicidad por contaminantes orgánicos, toxicidad por metales pesados, inmadurez del proceso y presencia de organismos patógenos. Por lo anterior, es necesario hacer evaluaciones de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del proceso, teniendo en cuenta la normatividad vigente colombiana que regula los materiales orgánicos usados como fertilizantes y acondicionadores de

suelos para Colombia: Norma Técnica Colombiana 5167 y la Resolución 00150 del 21 de enero de 2003 del ICA.

**“Programa interinstitucional para la separación y valorización de residuos sólidos aprovechables en la ciudad de Tunja”**

El presente estudio desarrollado por Angarita (2009) tiene como propósito estructurar e implementar un programa de educación ambiental tendiente a crear una cultura ambiental urbana frente al manejo, valorización y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en Tunja, teniendo en cuenta la falta de aprovechamiento y la subvaloración de los residuos sólidos que actualmente se evidencian en la ciudad lo cual incide en la cantidad de residuos que se disponen diariamente en el relleno sanitario de Pirgua, dando lugar a impactos de carácter ambiental, social y económico muy importantes. Igualmente, se busca la optimización del trabajo de los recicladores a partir de los beneficios de la asociatividad, dado que de esta manera se dignificará su trabajo y redundará en el mejoramiento de sus condiciones de vida; todo esto desde un cambio actitudinal de la comunidad hacia este sector vulnerable especialmente por parte de los generadores del sector comercial y residencial.

**“Análisis del impacto ambiental de la línea de intervención “Resa urbano” del departamento para la prosperidad social de la república de Colombia en la ciudad de Tunja”**

El objetivo principal de esta tesis desarrollada por Quintana (2014) es determinar el impacto ambiental de la línea de intervención ReSA Urbano de la Ciudad de Tunja con la finalidad de proponer mejoras ambientales en el proceso. ReSA hace parte del programa de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Departamento para la Prosperidad Social (DPS) de la República de Colombia. Para establecer el impacto ambiental se

utiliza la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV). El trabajo se ha estructurado en cuatro capítulos.

### **2.1.3 Antecedentes Regionales**

#### **“formulación del plan integral de gestión integral de residuos sólidos del área urbana de Santiago, norte de Santander.”**

La producción de desechos sólidos es muy superior al promedio establecido para el estrato socioeconómico del municipio, además los residuos recolectados sin normas o protocolos de seguridad ambiental son insuficientes, el objetivo principal al formular un plan de manejo de residuos sólidos del Municipio de Santiago – Norte de Santander es definir con ello estrategias de valorización, aprovechamiento y disposición final adecuada de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, se persigue el establecimiento de una Política Municipal que involucre a actores como Administración Municipal, establecimientos educativos, organizaciones comunitarias y sus líderes, representantes de las diferentes entidades municipales de manera que se conforme un bloque donde se sensibilice, y se ponga en práctica los programas y normatividad propuestos en el PGIRS, creando una cultura ambiental.

#### **“programa manejo de residuos convencionales, especiales y peligrosos regional norte de Santander”**

En el marco de la política pública para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, el gobierno nacional estableció la responsabilidad a los entes generadores de residuos convencionales, especiales y/o peligrosos elaborar un plan que contenga una serie de programas y estrategias de intervención que mitiguen las alteraciones ambientales.

El presente Programa de la Regional Norte de Santander, describe las actividades de manejo, reducción y separación en la fuente de los residuos de origen convencional,

especiales y/o peligroso, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, y disposición final; esto con el objetivo de proteger la salud humana y el medio ambiente.

## **2.2 Marco Contextual**

**Abono orgánico:** Sustancia de origen natural procedente de los seres vivos, que aporta al suelo y las plantas nutrientes para su buen desarrollo.

**Acondicionamiento de residuos:** Operaciones que transforman los residuos a formas adecuadas para su transporte y/o almacenamientos seguros.

**Acopio:** La acción tendiente a reunir residuos sólidos en un lugar determinado y apropiado para su recolección, tratamiento o disposición final.

**Agente biológico-infeccioso:** Cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada.

**Almacenamiento o almacenaje:** El depósito temporal de los residuos sólidos en contenedores previos a su recolección, tratamiento o disposición final.

**Ambiente:** Es cualquier espacio de interacción y sus consecuencias, entre la Sociedad (elementos sociales y culturales) y la Naturaleza (elementos naturales), en un lugar y momento determinados.

**Aprovechamiento de los residuos:** Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

**Basura:** Dos o más desperdicios que revueltos entre sí provocan contaminación, enfermedad, pérdida de recursos naturales.

**Basurero:** Sitio o terreno donde se disponen residuos sólidos, sin que se adopten medidas de protección del medio ambiente.

**Biodegradable:** Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivientes, los más importantes de los cuales son bacterias aerobias. Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por alguna forma de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos. Lo contrario corresponde a sustancias no degradables, como plásticos, latas, vidrios que no se descomponen o desintegran, o lo hacen muy lentamente. Los organoclorados, los metales pesados, algunas sales, los detergentes de cadenas ramificadas y ciertas estructuras plásticas no son biodegradables.

**Biometanización:** El tratamiento aeróbico de los residuos biodegradables que produce metano y residuos orgánicos estabilizados.

**Biogás:** El conjunto de gases generados por la descomposición microbológica de la materia orgánica. **Caracterización de residuos:** Estudio y determinación de las propiedades de los residuos de un emplazamiento. **Centro de acopio:** Lugar destinado a la recuperación y el almacenaje de materiales reciclables.

**Centro de depósito comunitario:** Son las áreas designadas para que los ciudadanos de forma voluntaria y sin remuneración económica dispongan adecuadamente de los materiales reciclables tales como: vidrio, plástico, aluminio y papel periódico.

**Centro de tratamiento integral de residuos:** Lugar donde los residuos se clasifican para su reciclaje, compostaje y eliminación a vertedero.

**Comercialización:** Operación de venta o transferencia de subproductos y materias o sustancias recuperadas para reincorporarlas al proceso productivo.

Compost o abono orgánico: Es el producto resultante del proceso de compostaje.

Compostaje: Es un proceso de reciclaje completo de la materia orgánica mediante el cual ésta es sometida a fermentación en estado sólido, controlada (aerobia) con el fin de obtener un producto estable, de características definidas y útil para la agricultura.

Contaminación: Alteración reversible o irreversible de los ecosistemas o de alguno de sus componentes producida por la presencia o la actividad de sustancias o energías extrañas a un medio determinado. (2) La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Puede clasificarse en:

- Origen químico: productos tóxicos minerales, como sales de hierro, plomo, mercurio, ácidos, derivados del petróleo, insecticidas, detergentes, abonos sintéticos, etc.
- Origen físico: productos y emanaciones radioactivas, materias sólidas, vertimiento de líquidos a altas temperaturas o bajas temperaturas, etc.
- Origen biológico: por desechos orgánicos en descomposición. Existe un tipo de contaminación ambiental cuyo origen se sitúa en las conductas antisociales de algunos humanos y que afecta no solamente el medio natural sino la vida en comunidad.

Contaminación ambiental: Introducir al medio cualquier factor que anule o disminuya la función biótica.

Contaminante: Es toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, aguas,

suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental, alteren o modifiquen su composición, o afecten la salud humana.

**Degradable:** Estructura o compuesto que puede ser descompuesto bajo ciertas condiciones ambientales (biodegradable involucra la acción de microorganismos, fotodegradable implica la acción de la luz).

**Desarrollo Sostenible:** Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad y manejo racional de los recursos naturales.

**Disposición final:** La acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

**Eliminación:** Sacar, separar, descartar un residuo del circuito de utilización. Los residuos se han de eliminar sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos o métodos que puedan causar perjuicios al medioambiente.

**Emisión:** Sustancia en cualquier estado físico liberada de forma directa o indirecta al aire, agua, suelo o subsuelo.

**Evaluación del Riesgo Ambiental:** Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman.

**Fermentación:** Transformación de compuestos orgánicos en compuestos más simples y/o inorgánicos por la acción de microorganismos.

Fracción Orgánica de Residuos Parte de los residuos constituida por desperdicios de origen doméstico, como por ejemplo verduras, frutas, carnes, pescados, harinas o derivados, etc., susceptible de degradarse biológicamente, y también por los residuos de jardinería y poda. Se designa así, por extensión, a todo el contenido del contenedor especializado destinado a la recogida segregada de materia orgánica o contenedor marrón.

Generación: La acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo.

Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

Gestión integral de los residuos: El conjunto articulado e interrelacionado de acciones y normas operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos sólidos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

Incineración de residuos: Proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero supone una importante reducción de peso y volumen de los residuos originales.

Lixiviados: Los líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los

sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua.

**Manejo Integral de residuos:** Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co- procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

**Material recuperable:** Todo aquel material que puede utilizarse como materia prima y devolverse al flujo de materiales y cuyo procesamiento puede ser económicamente viable.

**Materias primas:** Sustancias que permanecen en su estado natural u original, antes de ser sometida a un procesamiento o proceso de fabricación. Materiales primarios de un proceso de fabricación.

**Medio Ambiente:** Marco animado e inanimado en el que se desarrolla la vida de los seres vivos. Abarca seres humanos, animales, plantas, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como los valores de estética, ciencias naturales e histórico culturales.

**Metano:** CH<sub>4</sub>. Componente, entre otros, del gas natural y del biogás. El gas natural es una de las fuentes fósiles de energía. El metano se forma en procesos de degradación anaeróbica, (en pantanos, en los rumiantes y en procesos de tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales). La emisión creciente de metano es una amenaza para el clima. El metano es junto con el dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, el principal causante del efecto invernadero.

**Minimización:** El conjunto de medidas tendientes a evitar la generación de los residuos sólidos y aprovechar, tanto sea posible, el valor de aquellos cuya generación no sea posible evitar.

**Orgánico:** Pertenece o derivado de los organismos vivos. Que pertenece a los compuestos químicos que contienen carbono.

**Plaguicida:** Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y producto de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte.

**Plan de manejo:** El instrumento de gestión integral de los residuos sólidos, que contiene el conjunto de acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar el acopio y la devolución de productos de consumo que al desecharse se conviertan en residuos sólidos, cuyo objetivo es lograr la minimización de la generación de los residuos sólidos y la máxima valorización posible de materiales y subproductos contenidos en los mismos, bajo criterios de eficiencia ambiental, económica y social, así como para realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen.

**Planta de Compostaje:** Centro donde se elabora el compost a partir de los residuos sólidos.

**Planta de selección y tratamiento:** La instalación donde se lleva a cabo cualquier proceso de selección y tratamiento de los residuos sólidos para su valorización o, en su caso, disposición final.

**Prestador de servicios:** Empresa autorizada para realizar una o varias de las siguientes actividades: recolección, transporte, acopio, tratamiento y disposición final de residuos.

**Prevención:** La reducción de la cantidad y la nocividad para el medioambiente de los materiales y sustancias utilizados en los envases y sus residuos. Los envases y residuos de envases el proceso de producción, en la comercialización, distribución, la utilización y la eliminación. En particular, mediante el desarrollo de productos y técnicas no contaminantes.

**Proceso:** El conjunto de actividades físicas o químicas relativas a la producción, obtención, acondicionamiento, envasado, manejo, y embalado de productos intermedios o finales.

**Proceso de degradación:** Proceso por el cual la materia orgánica contenida en la basura sufre reacciones químicas de descomposición (fermentación y oxidación) en las que intervienen microorganismos dando como resultado la reducción de la materia orgánica y produciendo malos olores.

**Proceso Productivo:** Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios.

**Producción Limpia:** Proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos

**Producto:** Bien que generan los procesos productivos a partir de la utilización de materiales primarios o secundarios. Para los fines de los planes de manejo, un producto envasado comprende sus ingredientes o componentes y su envase.

**Productor:** Cualquier persona, física o jurídica, cuya actividad produzca residuos como productor inicial y cualquier persona, física o jurídica, que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de estos residuos.

**Rechazo:** Resto producido al reciclar algo. (2) Residuos o fracciones no valorizables.

**Reciclable:** Materiales que todavía tienen propiedades físicas o químicas, útiles después de servir a su propósito original y que, por lo tanto, pueden ser reutilizados o refabricados convirtiéndolos en productos adicionales.

**Reciclaje:** Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. Según la complejidad del proceso que sufre el material o producto durante su reciclaje, se establecen dos tipos: directo, primario o simple; e indirecto, secundario o complejo.

**Recolección selectiva:** Recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor.

**Recolección:** La acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final.

**Recuperación:** Sustracción de un residuo a su abandono definitivo. Un residuo recuperado pierde en este proceso su carácter de "material destinado a su abandono", por lo que deja de ser un residuo propiamente dicho, y mediante su nueva valoración adquiere el carácter de "materia prima secundaria".

**Recursos naturales no renovables:** Bienes cuya renovación o recuperación puede tomar miles o millones de años. Ejemplo de éstos son los combustibles fósiles y los minerales. De éstos elementos las sociedades modernas se nutren para generar la gasolina, el plástico, el aluminio y el vidrio entre otros.

**Recursos naturales renovables:** Bienes que tienen la capacidad de regenerarse por procesos naturales. Entre ellos se encuentran la luz, el aire, el agua, el suelo, los árboles y la vida silvestre.

**Reducción:** Las actividades de diseño, fabricación, compra o uso de materiales para reducir la cantidad de residuos sólidos que se generan.

**Reducción en la fuente:** La reducción en la fuente considera aspectos cuantitativos y cualitativos, esto es, deberá tomarse en cuenta reducir tanto la cantidad como la toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad. Este proceso es la forma más eficaz de reducir la cantidad de residuos, el costo asociado a su manipulación y a los impactos ambientales. La reducción en la fuente puede realizarse a través del diseño, la fabricación y el envasado de productos o bien en la vivienda y en las instalaciones comerciales o industriales, a través de la compra selectiva de productos de consumo. Para reducir en la fuente es necesario evaluar y cambiar los hábitos de consumo.

**Relleno sanitario:** La obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos ubicados en sitios adecuados al ordenamiento ecológico, mediante el cual los residuos sólidos se depositan y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con material natural o sintético para prevenir y minimizar la generación de contaminantes al ambiente y reducir los riesgos a la salud.

**Residuo:** Todo material en estado sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la Naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar. **Residuos orgánicos:** Los residuos orgánicos son los residuos de comida y restos del jardín. Son todos aquellos residuos que se descomponen gracias a la acción de los desintegradores.

**Residuos patogénicos o patógenos:**

Definición que involucra a los residuos generados como consecuencia de la actividad hospitalaria tanto humana como animal. Son considerados los insumos y desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos, consultorios médicos y odontológicos, laboratorios, asilos de ancianos, clínicas para la salud humana y clínicas veterinarias, como: Algodones, gasas, vendas, apósitos, pañales, etc. con restos de sangre, humores o secreciones, partes anatómicas (miembros, órganos, placenta, tumores, etc.), líquidos, materias y otros restos, como así también, todos los elementos descartables usados: Jeringas, agujas, hojas de bisturí y otros cortopunzantes, paletas, catéteres, medicamentos vencidos, bolsas de sangre, envases, etc. Son aquellos desechos que por contacto y/o composición y/o características orgánicas animal que están en condiciones de transmitir una o varias patologías por infestación a los seres vivos, como así también, impactar negativamente en el ambiente. Estos desechos, deben ser eliminados con tratamientos o procesos especiales.

Los más utilizados son:

Incineración, microondas, autoclave, químico, irradiación, etc. Todos estos procesos, en mayor o menor medida, lo que hacen, es transformarlos en casi inocuos.

Prioritariamente, estos tratamientos deben neutralizar la toxicidad de los desechos y disminuir su volumen, para luego poder deponerlos junto con los residuos domiciliarios.

El manejo y gestión de los residuos patogénicos, debe comenzar con su clasificación intrahospitalaria, como así también su separación y segregación en origen, transporte, tratamiento y disposición final. Entran dentro de esta categoría los residuos patógenos y los patológicos.

Residuos peligrosos y especiales:

Cualquier residuo que por su tamaño, peso o volumen necesita un tratamiento especial. Dentro de éste grupo se encuentran los residuos peligrosos los cuales por sus características agresivas tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad pueden causar daño. Se clasifican en:

- Residuos químicos peligrosos: sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, reactivas, genotóxicas o mutagénicas, tales como: quimioterapéuticos, antineoplásicos, productos químicos no utilizados, plaguicidas fuera de especificación, solventes, ácido crómico, mercurio de termómetro, soluciones para revelado de radiografías, baterías usadas, aceites, lubricantes usados, etc.
- Residuos farmacéuticos: medicamentos vencidos, contaminados, desactualizados, no utilizados, etc.
- Residuos radiactivos: materiales radiactivos o contaminados con radioisótopos de baja actividad, provenientes de laboratorios de investigación química y biológica; de

laboratorios de análisis clínicos; y servicios nucleares. Estos materiales son normalmente sólidos o líquidos (jeringas, papel absorbente, frascos, líquidos derramados, orina, heces, etc.). Los residuos radiactivos con actividades medias o altas deben ser acondicionados en depósitos de decaimiento, hasta que sus actividades se encuentren dentro de los límites permitidos para su eliminación.

**Residuos sólidos:** En función de la actividad en que son producidos, se clasifican en agropecuarios (agrícolas y ganaderos), forestales, mineros, industriales y urbanos. A excepción de los mineros, por sus características de localización, cantidades, composición, etc., los demás poseen numerosos aspectos comunes desde el punto de vista de la recuperación y reciclaje.

**Residuos sólidos urbanos (RSU):** Son aquellos que se generan en los espacios urbanizados, como consecuencia de las actividades de consumo y gestión de actividades domésticas (viviendas), servicios (hostelería, hospitales, oficinas, mercados, etc.) y tráfico viario (papeleras y residuos viarios de pequeño y gran tamaño

**Residuos vegetales:** Residuos de origen vegetal, procedentes de jardinería, poda de parques y jardines urbanos, limpieza de bosques, etc.

**Reúso:** Proceso que consiste en volver a usar los productos antes de ser descartados.

**Reutilizar:** Volver a usar un producto o material varias veces sin "tratamiento", equivale a un "reciclaje directo". El relleno de envases retornables, la utilización de estivas de madera o plástico en el transporte, etc., son algunos ejemplos.

**Riesgo:** Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

**Separación:** Segregación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de iguales características cuando presentan un riesgo.

**Separación en la fuente:** Método de recuperación de materiales reciclables en su punto de generación.

**Separación manual:** Método para extraer materiales reciclables luego de recogidos los residuos sólidos y depositados en una facilidad central.

**Separación mecánica:** Método para separar los materiales reciclables por medios mecánicos o electromecánicos luego del recogido de los residuos sólidos.

**Tasa de reciclaje:** Relación porcentual entre el peso de los residuos sólidos recolectados para el reciclaje y el peso total de los residuos sólidos recolectados para su evacuación en vertederos e incineradoras.

**Tratamiento:** Conjunto de operaciones por las que se alteran las propiedades físicas o químicas de los residuos.

**Tratamiento biológico:** El tratamiento que se enfoca básicamente a los residuos orgánicos, como los alimentos o los residuos del jardín. Véase compostaje o lombricultura.

**Valorización:** Acción de aumentar el valor de un residuo. Los residuos se han de valorizar sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos o métodos que puedan causar perjuicios al medioambiente.

**Vector:** Cualquier insecto, artrópodo u otro animal capaz de transmitir enfermedades.

**Vehículo compactador:** Vehículo grande con una caja cerrada que tiene equipamiento especial con motor mecánico para cargar, comprimir y distribuir los residuos sólidos dentro de la caja.

Vehículo recolector: Vehículo grande con un compartimiento para cargar y transportar los residuos sólidos a su disposición final.

Vermicultura: Es el cultivo de la lombriz para la descomposición de materia orgánica.

Vertido: Deposición de los residuos en un espacio y condiciones determinadas. Según la rigurosidad de las condiciones y el espacio de vertido, en relación con la contaminación producida, se establecen los tres tipos siguientes: v. controlado, v. incontrolado, v. semicontrolado.

### **2.3 Marco Teórico.**

Para toda investigación, es importante fortalecerse a través de la literatura que alrededor de la temática central se ha desarrollado, a continuación, se referencian las categorías del marco teórico de la investigación y se toman en cuenta diferentes autores que han planteado sus teorías a la luz del eje investigativo. Para recopilar la información se realizó la búsqueda de literatura en las bases de datos Science Direct, Pubmed, Scielo y Dialnet se cuenta además con la ayuda del buscador de información científica Scirus:

#### **Residuos solidos**

El Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial definió el término residuo como “cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, semisólido o líquido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales de servicios o de salud”. Este concepto le otorga un valor agregado a lo que la mayor parte de la población denomina “basura”, el cual paradójicamente le resta importancia y lo convierte en algo inservible, insignificante y en ocasiones desagradable que debe ser

retirado del contexto diario en el menor tiempo posible; es por esto que para Barradas, (2009)

“Los residuos sólidos urbanos (RSU), llamados “basuras”, que producen las poblaciones, se convierten en un problema, desde el momento en que su producción alcanza grandes cantidades de volúmenes y, como resultado, empiezan a invadir su espacio vital o de esparcimiento”. (p.12)

Siendo la principal problemática el relacionado con la forma de eliminación, el cual se agrava fundamentalmente al ir creciendo los núcleos de población y no disponer de sistemas de recogida ni de lugares adecuados para su almacenamiento y disposición final. Según Aquino et al (1999):

“En cualquier ciudad, ya sea grande o pequeña, es esencial conocer la cantidad de basura generada y evaluar sus características tales como densidad, composición, porcentaje de producción y otros con el fin de diseñar técnicamente los sistemas de disposición final”. (p.45)

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. (Decreto 1713 de 2002).

La mayor parte de los residuos que se generan en las residencias son susceptibles de ser aprovechados nuevamente; cada día se inventan nuevas formas para hacerlo como una estrategia para proteger el medio ambiente. Por esta razón, es importante que las familias aprendan a manejar los residuos bien sea para su disminución o para su aprovechamiento. De todas maneras, hay algunos residuos que, aunque son

aprovechables, no existen formas generalizadas para lograr su aprovechamiento, y por lo tanto debemos enviarlos al relleno sanitario, que es el lugar adecuado para su disposición final de manera segura para el medio ambiente y la salud. Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Rural (2014).

**Tabla 1** Clasificación de los residuos sólidos

<b>TIPO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EJEMPLO</b>	<b>MANEJO</b>
Peligrosos		Pilas y baterías Químicos Aceites Biológicos	Incineración o disposición en celdas de seguridad
No peligrosos	Biodegradables	Sobras de cocina Residuos de comida Material Vegetal	Lombicompost
	Aprovechables	Papel y cartón Vidrio Plástico (bolsas) Metales	Reciclaje
	No aprovechables	Icopor Colillas de cigarrillo Papel higiénico Servilletas	Disposición final en el relleno sanitario
Especiales		Muebles Colchones Llantas Escombros	Servicio de recolección especial

### **Clasificación por estado**

Los residuos, según el estado físico en que se encuentren, se pueden clasificar como sólidos y líquidos; se debe aclarar aquí que esta clasificación se hace en términos

puramente descriptivos, pero, en general, un residuo se clasifica por sus características de composición y generación.

### **Clasificación por origen**

La siguiente clasificación de residuos sólidos ha sido tomada del Manual para el manejo integral de Residuos (2011):

**Residuo Sólido Comercial:** es el generado en entidades comerciales, tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.

**Residuo Sólido Domiciliario:** es generado en actividades realizadas en viviendas o en sitios de similares características.

**Residuos Agrícolas:** los que son generados por la crianza de animales así como por la producción y cosecha de cultivos, que no se utilizan como abono orgánico del suelo.

**Residuos Biomédicos:** aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales.

**Residuos de Construcción o Demolición:** resultan de la construcción, remodelación y reparación de edificios o de la demolición de pavimentos, casas, edificios comerciales y otras estructuras.

**Residuo Industrial:** producido como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipos e instalaciones, tratamiento y control de técnicas industriales.

**Residuo Sólido Especial:** Incluye los residuos con fecha de consumo expirada, desechos de sustancias peligrosas que quedan de procesos, lodos, residuos voluminosos o pesados que son ilícitamente desechados junto con los residuos sólidos municipales.

Residuo Sólido Municipal: residuo proveniente de las actividades urbanas en general, ya sea de origen doméstico, comercial, institucional, o del barrido de calles, mercados, áreas públicas, entre otros lugares.

Residuos Biodegradables: son residuos que pueden transformarse naturalmente, a través del tratamiento aerobio o anaerobio, por ejemplo, residuos de alimentos y de jardín.

Residuos Voluminosos: aquellos de origen doméstico que, por su forma, tamaño o peso, son difíciles de recoger y transportar para el servicio de recolección. (pp.23-24)

### **Clasificación por tipo de manejo**

Esta clasificación se tomó de la Guía para el adecuado manejo de residuos sólidos y peligrosos, en el documento de manejo ambiental de la Alcaldía de Envigado (2015) se explicitan mejor algunos términos:

Residuo peligroso: residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad, afectación al medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

### **Residuo Sólido Patógeno:**

Residuo que por sus características y composición puede ser reservorio o vehículo de infección para los humanos.

### **Residuo Sólido Tóxico:**

residuo que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede causar daño y aun la muerte a los seres vivos o contaminación ambiental Residuo inerte: Residuo estable en el tiempo, el cual no produce efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.

**Residuo no peligroso:**

Ninguno de los anteriores. Se considera un residuo sólido NO PELIGROSO al que proviene de casas de habitación, sitios de servicio privado y público, demoliciones y construcciones, establecimientos comerciales y de servicios que no tengan efectos nocivos sobre la salud humana.

**Residuo Aprovechable:**

Cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor para quien lo genera, pero se puede incorporar nuevamente a un proceso productivo (Decreto 1713 de 2002).

**Residuo No Aprovechable:**

Todo material o sustancia que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación a un proceso productivo. No tiene ningún valor comercial, por lo tanto, requieren la disposición final (Decreto 1713 de 2002).

**Residuo orgánico biodegradable:**

Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: Los restos de comida, fruta, cáscaras, carnes, huevos.

**Residuos Peligrosos:**

Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo a la salud humana y al ambiente. Así mismo, se consideran residuo o desecho peligroso los envases, empaques o embalajes que hayan estado en contacto con ellos. (Decreto 4741 de 2005)

**Residuos Especiales:**

Residuos sólidos que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso pueden presentar peligros y, por lo tanto, requieren de un manejo especial. Esta clase incluye los residuos con plazos de consumo expirados, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

**Residuos Municipales**

Según Estrada (s.f) la ley de Residuos define los residuos urbanos o municipales como aquellos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos los que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición pueden asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. Para Estrada (s.f) también considerados residuos urbanos o municipales los siguientes:

- Residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas.
- Animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados.
- Residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Según el autor el manejo para el aprovechamiento de residuos sólidos

- Reciclaje: significa volver a usar como materia prima elementos utilizados y descartados anteriormente para producir otros nuevos. Esa tarea permite una sensible disminución de los residuos, a la vez que ahorra enormes cantidades de agua y energía. Este proceso es bastante importante, ya que se pueden reutilizar desde papeles, cartones,

plásticos hasta pilas. Las pilas usadas no son un residuo cualquiera. Las baterías y aceites sucios son un residuo especial, tóxico y peligroso.

- Compostaje: Proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener “compost”, abono excelente para la agricultura. (Estada, s.f, p.3).

Es una alternativa que se ha desarrollado, de manera incipiente, en algunos lugares y regiones, y de manera más completa, en otras regiones de Latinoamérica y del mundo. Tal solución se propone como una medida altamente eficiente. Este procedimiento se hace para aprovechar las fracciones orgánicas de los residuos sólidos. El compost o mantillo se define como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo, que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión y la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas. El compost es una alternativa viable que depende de la cantidad, calidad y buena gestión de sus promotores. Puede aprovecharse entre el 50 y 60% de los residuos sólidos ordinarios en este producto.

Desde sus inicios, el hombre ha depositado sus residuos en torno a sus asentamientos. La complejidad y la diversidad de la actividad humana, a través de la historia, han marcado las pautas y las conductas en su manejo y disposición final. Las grandes epidemias y lamentables accidentes ocurridos, constituyen el ejemplo más elocuente del alto precio que debe pagar la humanidad por el mal manejo de sus desechos.



Fuente: <http://coloresdereciclaje2012.blogspot.com.co/>

**Figura 2** Clasificación de residuos sólidos

Cualquiera que sea el campo en que el hombre se desenvuelva, ya sea industrial, agrícola, social o doméstico, la huella de su paso se irá marcando por una pesada carga de residuos, es decir, la mayoría de las cosas que, de una u otra forma, ha utilizado. La generación de residuos sólidos es una actividad propia del hombre. De hecho, el transformar la naturaleza, modificar el ambiente, entre otras cosas, es lo que constituye el avance de la civilización. Nada ha caracterizado mejor a la sociedad contemporánea como su enorme capacidad de consumo. Desde el punto de vista del problema de los residuos sólidos, sería más adecuado definir al hombre de hoy como un gran transformador; característica que ya tenían nuestros ancestros, cuando modificaban el medio ambiente, lo cual constituye la cultura o avance cultural. La apertura de sendas a fin de recorrer el mismo camino varias veces, la construcción de albergues, la utilización de piedras y palos para fabricar herramientas, el uso del fuego y más

formaba parte de los medios de supervivencia y alteraba al mismo tiempo el ambiente natural.

Los residuos sólidos urbanos son todos aquellos desechos que se generan en la actividad doméstica, comercial, en oficinas, así como todos aquellos que por su naturaleza o composición pueden asimilarse a los desechos domésticos. Estos residuos, por su cantidad y composición, deben ser tratados de manera controlada, evitando cualquier daño al medio ambiente y teniendo en cuenta que la mayoría de ellos ofrecen grandes posibilidades de reciclajes.

Existe una gran variedad de residuos sólidos y podemos considerarlos como una consecuencia de la vida. Los problemas empezaron cuando los hombres empezaron a agruparse y la acumulación de residuos de esa convivencia social aumentaba. A causa de eso se llegaba a la aparición de las epidemias por causa de los residuos. Se empezó a preocuparse y se tomaron medidas para evitar esta situación insana. Se prohibió el arrojar basura a ciertas zonas como aguas, diques...y la salud pública está relacionada con el recogimiento, evacuación. etc. de los residuos.

Muchos problemas como las contaminaciones de aguas, atmósfera, tienen su origen en la gestión inapropiada de los residuos sólidos. La naturaleza tiene una cierta capacidad para eliminar, asimilar, este impacto indeseado, pero si la cantidad de residuos es mayor a la capacidad de asimilación de la naturaleza se llega a la contaminación.

Están muy relacionados con el uso y localización (Residuo doméstico, industrial, agrícola, de plantas de tratamientos, comerciales, institucionales):

**Residuos domésticos** Procedentes de las distintas actividades de la vida en comunidad. Se presentan en dimensiones manejables y generalmente en recipientes más o menos normalizados (bolsa, contenedores, etc.) previstos al efecto; son los que más se asocian con la idea generalizada de residuo sólido urbano. Aunque son de naturaleza muy diversa, los podemos agrupar en: residuos orgánicos y residuos inorgánicos (coloidales no seleccionados, y putrefactibles).

**Papel:** papel periódico, revista, comerciales...

**Residuos voluminosos:** Electrodomésticos..., manipulación independiente, no se reciclan se les denominan muertos.

Los frigoríficos llevan un refrigerante y este producto no está permitido que lleven freones (que no lleve clorados o fluoroclorados), estos freones no se deben volver a la atmósfera y habría que vaciarlos en recipientes totalmente herméticos. Esto también en los automóviles (aire acondicionado).

**Residuo especial:** pilas y baterías.

Las que son de mercurios o metales alcalinos, en general, puede contaminar las aguas subterráneas. Para las baterías de los automóviles (que llevan ácido sulfúrico y son de plomo) hay gestores para recogerlas.

**Aceites minerales usados:** de la revisión de vehículos, los talleres deben tener unos depósitos donde los depositen y la gestoría de MA saben la cantidad que desechan.

**Neumáticos:** el transporte es caro y consumen mucho espacio. Para almacenarlos tenemos problemas porque son antiestéticos.

Éstos se depositan en cementeras, como suplemento de combustible, que se echa cada ciertos, ya que ellos utilizan el coque como combustible.

**Residuos de demolición:** Tienen tratamiento aparte y se les está intentando dar utilidades a su reutilización.

**Residuos industriales:** Son materiales sólidos, líquidos, gaseosos o pastosos, que tras un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su productor lo destina al abandono. Su composición es muy variada, de manera genérica lo podemos clasificar en dos grupos: inertes y peligrosos. La industria fotográfica utiliza sales de plata por lo que hay industrias que se dedican a recuperar la plata de las emulsiones.

Reciclar es un término ya muy bien conocido por todo el mundo. Sin embargo, como suele usarse en ocasiones para definir cosas distintas, es bueno precisar lo siguiente: normalmente le decimos reciclar sólo a la actividad de recolectar y clasificar materiales que son considerados como desechos, con el objeto que puedan ser reprocesados por la industria y vuelvan a entrar en la corriente del consumo. Por lo tanto, cuando reciclamos algún material sólo estamos realizando una parte de un proceso completo, que se centra en la reconversión industrial o artesanal del material para convertirlo en un objeto igual o parecido que pueda volver a usarse.

La definición clásica de reciclaje tomada del diccionario es: “el mismo material es usado una y otra vez para hacer el mismo producto, o uno equivalente. Esto reduce la cantidad de materiales vírgenes requeridos para la manufactura, ejemplo: reciclaje de latas de aluminio, botellas de vidrio, etc.”

El reciclaje es un factor de suma importancia para el cuidado del medio ambiente. Se trata de un proceso en la cual partes o elementos de un artículo que llegaron al final de su vida útil pueden ser usados nuevamente.

En una visión ecológica del mundo, entre diversas medidas para la conservación de los recursos naturales de la Tierra, el reciclaje es la tercera y última medida en el objetivo de la **disminución de residuos**; el primero sería la **reducción del consumo**, y el segundo la **reutilización**.

La mayoría de los materiales que componen la basura pueden reciclarse, hoy por hoy uno de los desafíos más importantes de las sociedades actuales es la eliminación de los residuos que la misma produce. Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables cuando se utilizan materiales reciclados. Cuando se consuman menos combustibles fósiles, se generará menos CO<sub>2</sub> y por lo tanto habrá menos lluvia ácida y se reducirá el efecto invernadero.

### **Proceso del Reciclaje**

- Recolección
- Separación
- Procesamiento
- Comercialización
- Elaboración de un nuevo producto a partir de materiales usados

Según las razones para reciclar, se tienen las siguientes:

- Porque reciclando evitamos la tala de 17 a 20 árboles por cada tonelada de papeles que recuperamos. En Colombia consumimos más de 700 mil

toneladas de cartones y papeles que equivalen a la tala de 12 millones de árboles.

- Porque más del 30% de los desechos que tiramos a la basura son polímeros plásticos que provienen del petróleo, constituyéndose en una costosa materia prima altamente contaminante, cuyo proceso de descomposición dura más de 500 años.

- Porque metales como el hierro, el acero, el aluminio, el cobre, el bronce y el antimonio, entre otros que provienen de la industria minera, son altamente costosos y escasos en nuestro país. Reciclando metales se economizan altos costos de energía y se preservan recursos no renovables.

- Porque es un proceso de impacto social que beneficia y reivindica a las familias que desarrollan estas actividades. Es una alternativa de desarrollo económico que genera empleo e ingresos a los grupos o personas dedicadas a esta labor.

- Porque facilita el comercio con la industria.

- Porque se evita la contaminación de los suelos y los cuerpos de agua, a la vez que se contribuye al aumento de la vida útil del relleno sanitario.

Separe en una bolsa limpia y seca los siguientes materiales reciclables:

- Cartones, cuadernos, papel, periódico, agendas, etc. Estos elementos no deben mojarse, ya que el papel es biodegradable y se daña. Tampoco deben estar impregnados de grasa, pintura, parafina o cualquier otro elemento que pueda perjudicar su calidad.

**Papeles y cartones:**

En la antigüedad se utilizó el papiro para la escritura de documentos. Egipcios, griegos, hebreos y romanos redactaron los más importantes textos históricos en este material. En China se conoció la producción de papel a partir del bambú, el algodón, la fibra de algunas plantas y los desperdicios de trapos y ropa vieja. En la actualidad, para elaborar una tonelada de papel se requieren de 17 a 20 árboles o 2485 Kg. de madera. Con una tonelada de papel se pueden producir 7000 periódicos. Existen diversas clases de papel que usted puede identificar como:

Cartones y plegadizas Presentación: cajas y láminas, preferiblemente amarradas. Contaminantes: pintura, grasa, parafina, alquitrán, tierra, humedad. Aprovechamiento: se reciclan para producir nuevos empaques.

Papeles Presentación: cuadernos, archivos, libros y revistas, procedentes del hogar, la oficina, el comercio y la industria. Contaminantes: carbón, celofán, colillas, cunchos de café, tintas de toners de fotocopiadoras, humedad. Aprovechamiento: se utilizan en la producción de papeles suaves como el papel higiénico.

Periódico Presentación: periódicos y revistas de periódico que no hayan tenido aplicaciones que los contaminen. Contaminantes: arrugado, pintura, grasa, suciedad, humedad. Aprovechamiento: se emplean como mezcla para la producción de cartones para empaques y papeles suaves.

**Plásticos.**

Los plásticos pertenecen a un tipo de sustancias químicas denominadas polímeros, derivados del petróleo. Están clasificados en siete categorías de acuerdo a su

composición química. Su uso se ha diversificado de acuerdo a sus características y su empleo es tan variado que brinda todo un universo de posibilidades en su aplicación.

**Bolsas plásticas Presentación:** todo tipo de bolsas plásticas provenientes de empaques y envolturas de productos. Las bolsas que contengan líquidos deben ser enjuagadas. **Contaminantes:** celofanes, empaques de papas fritas y demás comestibles, dulces, grasas, pegamentos, químicos, lácteos, etc. **Aprovechamiento:** producción de mangueras para riego, principalmente en el agro.

**Envases plásticos Presentación:** todo tipo de envases y galones plásticos de polietileno de alta densidad, polipropileno y poliestireno en los que se envasen gaseosas, agua, detergentes, ambientadores, limpiadores, shampoo, etc. **Contaminantes:** envases de aceites vegetales y lubricantes, pintura y químicos tóxicos.

**Aprovechamiento:** producción de mangueras para riego, principalmente en el agro. Para facilitar su recuperación y reciclaje, se adoptó una codificación internacional de acuerdo a sus propiedades químicas. Si el plástico se separa adecuadamente es reciclable y maleable.

Para darle un respiro a nuestro planeta tenemos que reducir la cantidad de productos que consumimos. No olvidemos que para fabricar todo lo que utilizamos necesitamos materias primas, agua, energía, minerales que pueden agotarse o tardar mucho tiempo en renovarse. Para ayudar, adquiera productos de empaques reutilizables o reciclables y aquellos que verdaderamente necesite, es decir, trate de reducir al máximo todos los empaques inútiles que solo son decorativos y generan “basura rápida”.

(PEDRONELISTA, s.f.)

## **2.4 Marco conceptual.**

Este proyecto se encuentra circunscrito a los conocimientos obtenidos durante mi formación universitaria, específicamente en áreas fundamentales de la ingeniería civil, tales como estadísticas, procesos sanitarios y laboratorios. Estos pilares académicos constituirán la base sobre la cual se erigirá la estructura de la investigación.

Cabe resaltar la naturaleza estratégicamente académica de este proyecto, orientado a aplicar y consolidar los aprendizajes adquiridos a lo largo de mi trayectoria educativa. En este sentido, se busca integrar y poner en práctica conceptos y técnicas aprendidas en diversas disciplinas relacionadas con la ingeniería civil, a fin de aportar al conocimiento existente en dichos campos.

Es crucial destacar que, aunque este proyecto se plantea como una iniciativa de carácter académico, en el caso de que su implementación sea solicitada por una entidad externa, se contempla la necesidad de someterlo a una revisión exhaustiva. Esta evaluación, a cargo de profesionales o expertos en el ámbito pertinente, tiene como objetivo garantizar la validez, veracidad y corrección del proyecto en caso de ser aplicado en un contexto más amplio.

La rigurosidad y seriedad con la que se abordará esta investigación académica se reflejará en la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos. De esta manera, se busca no solo cumplir con los estándares académicos, sino también contribuir de manera significativa al conocimiento y desarrollo en las áreas de la ingeniería civil involucradas en el proyecto.

## **2.5 Marco Legal**

En esta sección se presenta el marco normativo de referencia bajo el cual Colombia ha reglado la gestión integral de residuos sólidos, con énfasis en la actividad de

tratamiento de residuos sólidos en el marco del Servicio Público de Aseo. En ese sentido, es importante tener en cuenta que el SPA hace parte de la GIRS nacional, pero que refiere al manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios generados por los sectores residencial, comercial, institucional e industrial, lo que excluye otras corrientes de residuos como lo son los residuos peligrosos y posconsumo (MVCT, 2015).

#### Acuerdos internacionales en relación con la GIRS

En aras de mejorar la gestión integral de residuos sólidos en Colombia, el Gobierno nacional ha firmado varios acuerdos, convenios y protocolos internacionales en los cuales se compromete al cumplimiento de diferentes metas y la implementación de diferentes acciones con respecto a la reducción de i) gases de efecto invernadero (GEI), ii) el impacto ambiental de la gestión de residuos municipales y, iii) la generación de residuos a través de actividades de prevención, reducción, tratamiento y la reutilización de estos (DNP, 2016).

En 1992 se firmó la Declaración de Río1 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, conocida también como Cumbre de la tierra de Río de Janeiro, que incluyó el Tratado Sobre Residuos, por medio del cual el país adquirió el compromiso de “Realizar campañas de educación para que todos los ciudadanos conozcan su derecho irrestricto y total al servicio público de recolección, tratamiento y eliminación de residuos inevitables” (Consejo de la Tierra, 1992).

Por lo anterior, en el 2002, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en ese entonces Ministerio del Medio Ambiente, de la mano del Ministerio de Educación expidió La Política Nacional de Educación Ambiental (Ministerio del Medio Ambiente; Ministerio de Educación Nacional, 2002). Esta política estableció en el capítulo VI. ESTRATEGIAS Y RETOS, la necesidad del país de “Desarrollar programas de

actualización y formación en temas ambientales prioritarios para los funcionarios vinculados al Sistema Nacional Ambiental (SINA)<sup>2</sup>, con los que se impulsen estrategias educativas para el manejo integral de residuos sólidos” (Ministerio del Medio Ambiente; Ministerio de Educación Nacional, 2002).

Adoptada por medio de la Ley 165 de 1994 “por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992”.

El SINA es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que se articulan para el adecuado manejo de los recursos naturales y la prevención, mitigación y recuperación del daño ocasionado al medio ambiente.

Como resultado de esta política, en el año 2015 entró en vigor la Ley 1549, por medio de la cual se fortaleció la institucionalización de la Política Nacional de Educación Ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial. El artículo 8 de esta Ley concerniente a los Proyectos Escolares Ambientales (PRAE), impulsa a las entidades escolares a incorporar en sus currículos el desarrollo de proyectos concretos orientados a temáticas como la gestión de residuos sólidos, biodiversidad, agua, gestión del riesgo y manejo del suelo, entre otros, como herramienta educativa y de toma de decisiones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Educación, 2012).

Veinte años después de firmada la declaración de Río, durante la cumbre Río+20 se firmó y aprobó la Resolución 66/288 de la Asamblea General, que en su numeral 135, del apartado “Ciudades y asentamientos humanos sostenibles” estableció que los países participantes de la cumbre, incluido Colombia, apoyasen la gestión sostenible de los residuos sólidos mediante la aplicación del concepto de las “3 erres” bajo el marco del

desarrollo sostenible de las comunidades. De esta misma forma, mediante el numeral 218 de esta misma Resolución, las delegaciones reconocieron la importancia de “adoptar un enfoque basado en el ciclo de vida y de seguir elaborando y aplicando políticas para lograr un uso eficiente de los recursos y una gestión de los desechos ambientalmente racional” y se comprometieron a continuar implementando prácticas para la reducción, reutilización y reciclaje de residuos, de manera tal que se aumentase la recuperación energética procedente de residuos (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2012).

Posteriormente, en el 2015, la Asamblea General expidió la Resolución A/RES/70/1 “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” por la cual se anunciaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en cuyo Objetivo 11 “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” se propone “De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo”. Asimismo, a lo largo del objetivo 12 “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles” en su numeral 5 se propone “de aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización” (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015). Es importante mencionar que, de los 17 ODS establecidos por la Organización de Naciones Unidas (ONU), 12 guardan relación directa y/o indirecta con la optimización de la GIRS, lo que evidencia el impacto de esta en la ruta hacia la sostenibilidad.

A través del Decreto 280 de 2015, se creó en el país la Comisión Interinstitucional de Alto Nivel para el alistamiento y la efectiva implementación de la Agenda de Desarrollo Post 2015 y sus ODS, cuyo objeto es: “el alistamiento y la efectiva implementación de

los ODS a través de políticas públicas, planes, acciones y programas, con planificación prospectiva, y el monitoreo, seguimiento y evaluación de estos objetivos, con sus respectivas metas” (Presidencia de la República, 2015).

Paralelamente, se establecieron los indicadores de seguimiento de los ODS a nivel nacional, que en relación directa con la GIRS nacional contemplan lo siguiente (DNP, 2019):

**Tabla 2.** Indicadores de seguimiento de los ODS, relacionados con la GIRS

Objetivo	Indicador	Sub indicador	Meta a 2030
8. Trabajo decente y crecimiento económico	8.4 Mejorar la eficiencia de los recursos en el consumo y la producción	8.4.1.C Generación de residuos sólidos y productos residuales frente al Producto Interno Bruto (PIB)	15.788 ton/billón de COP
		8.4.2.C Porcentaje de residuos sólidos efectivamente aprovechados	35%
11. Ciudades y comunidades sostenibles	11.6. Minimizar el impacto ambiental de las ciudades	11.6.3.P Porcentaje de residuos sólidos urbanos dispuestos adecuadamente	100%
12. Producción y consumo responsables	12.3. Reducir a la mitad los residuos mundiales de alimentos per cápita	12.3.1.C Desperdicio de alimentos per cápita en consumo en hogares	16.2 kg
Objetivo	Indicador	Sub indicador	Meta a 2030
	12.4. Gestión responsable de productos y residuos químicos	12.4.1.P Residuos peligrosos aprovechados y tratados	2.806.130 toneladas
		12.4.2.C Porcentaje de equipos y desechos de policlorobifenilos (PCB) eliminados	100%
		12.4.3.C Residuos de bombillas con mercurio aprovechadas o gestionadas	20.551 toneladas

12.5. Reducir sustancialmente la generación de residuos	12.5.1.P Tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos	17.9%
---	--	-------

*Fuente: Elaboración a partir de (DNP, 2019)*

Por otro lado, de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro se abrió a la firma de las naciones participantes la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el cual es un instrumento con fuerza jurídica obligatoria y cuya entrada en vigor fue el año 1994. El objetivo de la Convención es:

"La estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible" (García Arbeláez, Vallejo López, Higgings, & Escobar, 2016).

Dentro del marco de la convención, se cuenta con la Conferencia de las Partes (COP), el cual es el órgano supremo" de la Convención, y está conformado por aquellos países que la han ratificado. La COP reúne a los representantes de los países parte y es el único órgano que puede tomar decisiones sobre su implementación (García Arbeláez, Vallejo López, Higgings, & Escobar, 2016). En el año 2015, la COP estableció El Acuerdo de París el cual es un acuerdo universal y vinculante que busca mejorar la aplicación de la Convención.

Para el cumplimiento del acuerdo, se cuenta con una meta global de mitigación de mantener el incremento de la temperatura muy por debajo de 2 °C y para esto, se definieron las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en

inglés) que se traduce en que los países van a determinar autónomamente cuál va a ser su contribución al esfuerzo global de reducción de emisiones.

Así, para el año 2017 se expide la Ley 1844 de 2017 “Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, con la cual Colombia inicialmente se comprometió a: (i) Reducir el 20% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2030, teniendo como punto de partida el inventario de emisiones nacionales de 2010 y (ii) Aumentar la reducción de sus emisiones de GEI a un 30% si recibe apoyo internacional. No obstante, de acuerdo con la última actualización de la NDC del país, el Gobierno Nacional modificó esta meta, proponiéndose reducir las emisiones de GEI en un 51% (MADS, 2020). Finalmente, en mayo de 2018, Colombia suscribió el acuerdo de ingreso a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), cuyo objetivo es la promoción de políticas que mejoren el bienestar económico y social de las naciones que hacen parte de la organización (CRA, 2019). Durante el proceso de ingreso, la OCDE evaluó las políticas ambientales del país a través Comité de Políticas Ambientales (EPOC por sus siglas en inglés) y generó una serie de recomendaciones, las cuales en materia de residuos sólidos se resumen de la siguiente manera (OCDE, 2014):

- Consolidar y articular las leyes y los reglamentos vigentes con el fin de establecer un marco jurídico exhaustivo y coherente para el manejo de residuos.
- Elaborar una estrategia nacional de largo plazo sobre la GIRS para reorientar la política desde el control de la contaminación hacia un enfoque preventivo; articular una respuesta de política coherente para responder a retos fundamentales.
- Mejorar la recopilación de información y su tratamiento.

- Promover un incremento de la inversión en la infraestructura asociada a la GIRS para promover el manejo ambientalmente adecuado de los residuos.
- Aumentar los índices de reciclaje apoyando significativamente las actividades de educación y capacitación.
- Reformar los instrumentos económicos con el fin de aumentar los incentivos para minimizar la generación de residuos y promover el reciclaje, e incrementar la recuperación de los costos de la infraestructura para el tratamiento de residuos.

En conclusión, Colombia cuenta con compromisos internacionales adquiridos que establecen las metas orientadoras hacia las cuales el Gobierno Nacional debe enfocar su política de GIRS. Estas están articuladas alrededor de diferentes ejes estratégicos como lo son la promoción de una cultura de educación ambiental en torno al manejo adecuado de los residuos sólidos, la implementación de estrategias para la disminución en la generación de residuos sólidos (desde la fabricación de los productos hasta la promoción del reciclaje y la reintegración de los recursos a los procesos productivos), modular el ordenamiento en materia de GIRS de forma coherente y bajo conceptos unificados, y reducir el impacto ambiental y social de la gestión de los residuos promoviendo su reciclaje, tratamiento, valorización y aprovechamiento.

#### Política nacional en relación con la GIRS

La actual Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, fue establecida a través del Documento CONPES 3874 de 2016, el cual propone el desarrollo de instrumentos que promuevan la prevención, minimización, reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos con fines de valorización. Esta estrategia busca que el país emprenda la adopción de modelos de economías circulares, dirigidos al componente de gestión de residuos que garanticen la sostenibilidad

financiera de estos proyectos (DNP, 2016), al uso de materiales reciclables y del tratamiento de residuos, de forma que se reduzcan los requisitos de materias primas y los impactos ambientales relacionados con la disposición final de residuos en rellenos sanitarios.

Así las cosas, el CONPES 3874 propone la inclusión de planes de acción sustentados en políticas claras, articuladas y con una visión a largo plazo que incentiven la transición hacia economías circulares en las que se implemente el principio de jerarquía de los residuos<sup>3</sup>. Esto consiste en articular las acciones políticas a prevenir, reutilizar, tratar materiales con fines de valoración y garantizar su adecuada disposición final cumpliendo altos estándares ambientales.

Esta política se articula bajo cuatro (4) ejes estratégicos, a saber (DNP, 2016):

- Promover la economía circular a través del diseño de instrumentos adecuados de GIRS.
- Mejorar la cultura ciudadana, la educación e innovación en GIRS en aras de prevenir la generación de residuos e incrementar los niveles de su aprovechamiento.
- Generar un entorno institucional adecuado para la articulación eficiente entre actores con injerencia en la GIRS.
- Mejorar el reporte, monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para el seguimiento de la política pública referente a la GIRS.

Específicamente sobre el tratamiento de residuos sólidos, el CONPES estableció como meta implementar esquemas de tratamiento de residuos sólidos orgánicos para optimizar la operación de rellenos sanitarios, contemplando también la incorporación

gradual de tecnologías complementarias para el tratamiento y la valorización de los residuos en un horizonte de diez (10) años (DNP, 2016).

Por otro lado, con el fin de llevar al país hacia una transición a un modelo económico sostenible, competitivo e inclusivo, el Gobierno Nacional emitió el CONPES 3934 de 2018: Política de Crecimiento

De manera conceptual, la jerarquía de residuos hace referencia a la priorización de acciones a tener en cuenta para la GIRS y que establece primero medidas para prevenir que se generen residuos, en segundo lugar medidas para reducir la generación de residuos que suelen terminar en sitios de disposición final, en tercer lugar medidas para incrementar la reutilización, reciclaje, aprovechamiento, tratamiento y, finalmente y como última medida a implementar, la disposición final (DNP, 2016).

Verde, donde se articulan cinco ejes estratégicos que permiten atender las problemáticas sociales e incentivan la búsqueda de nuevas fuentes de crecimiento que sean sostenibles (DNP, 2018)

El primer eje busca generar nuevas oportunidades económicas que permitan diversificar la economía por medio de la producción de bienes y servicios basados en el uso sostenible del capital natural. El segundo eje, busca mejorar el uso de los recursos naturales de forma que sean más eficientes y productivos y que de la misma manera, se minimicen los impactos ambientales generados por su uso. El tercer y cuarto eje se enfocan en la generación y el fortalecimiento del capital humano y de la tecnología e innovación necesarias para afrontar los nuevos retos de conocimiento y cambios en los sectores productivos, y el quinto eje, busca la articulación intersectorial para la implementación de estas políticas.

Esta política está alineada con los compromisos internacionales asumidos en la Agenda 2030 de desarrollo sostenible y el Acuerdo de París y sus medidas deberán ser implementadas en un horizonte de 13 años (2018 – 2030)

En el estudio realizado para el desarrollo del documento se determinó la necesidad de fortalecer la innovación e implementación de tecnologías con procesos más limpios de forma que permitan el reúso de materiales en los ciclos productivos y la reducción del consumo de materias primas y generación de residuos. Igualmente, el estudio determinó que este bajo desempeño en la implementación de las políticas respecto al servicio de aseo se debe, entre otras, a la existencia de barreras institucionales, financieras y técnicas, dentro de las que se encuentra la existencia de poca infraestructura para el tratamiento de residuos (DNP, 2018).

Finalmente, se diseñó el CONPES 3918 de 2018: Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia por medio del cual se establecen las metas y las estrategias para el cumplimiento de la Agenda 2030 y los ODS en Colombia y que como objetivo general esta estrategia se planteó la creación de (i) un esquema de seguimiento, reporte y rendición de cuentas, (ii) de una estrategia territorial para la producción de datos y (iii) de alianzas para la interlocución con actores no gubernamentales (DNP, 2018).

En ese sentido, el documento establece, entre otros, dos objetivos específicos relativos a la generación de información sectorial clave: (i) definir un esquema de seguimiento y reporte de los avances en la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles ODS, dentro de los que se encuentra el ODS 12: Producción y Consumo Responsables; y, (ii) desarrollar el plan de fortalecimiento de la producción y el manejo de datos para la medición del desarrollo sostenible. Para este proyecto resultan de gran importancia los avances desarrollados por las entidades e instituciones

en Colombia para la producción y articulación de la información que aquí se reporte (DNP, 2018).

Específicamente, en lo que a la posibilidad de valorizar y tratar residuos orgánicos urbanos se refiere, el país cuenta hoy con un marco normativo que lo viabiliza y promueve. En ese sentido, el MVCT que regula los residuos sólidos objeto del Servicio Público de Aseo, expidió la Resolución 431 del 2020 por la se adopta el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Sectorial cuyo objetivo es:

“Reducir la vulnerabilidad de los sectores vivienda, ciudad y territorio, y, agua potable y saneamiento básico, ante los efectos del cambio climático y contribuir al desarrollo bajo en carbono, a través de la formulación e implementación de medidas a nivel territorial y diferencial que promuevan territorios, ciudades, viviendas y comunidades más resilientes y sostenibles” (MVCT, 2020).

El plan adoptado está enfocado principalmente en reducir las emisiones de GEI mediante la implementación de criterios de sostenibilidad para las infraestructuras del sector para disminuir consumos energéticos, así como orientar las medidas de adaptación según el contexto territorial. Se estructura en líneas estratégicas las cuales tienen metas y medidas definidas; así, para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (APSB) incorpora la Gestión Integral de Residuos Sólidos como una línea estratégica que contempla:

“Esta línea estratégica recopila las medidas enmarcadas en la gestión integral de los residuos sólidos municipales que se encuentran relacionadas con actividades complementarias a la disposición final, entre las

cuales se encuentran la gestión y promoción de sistemas de tratamiento mecánico biológico, aprovechamiento de materiales reciclables, sistemas de captación,

conducción y quema de biogás en rellenos sanitarios Sistemas y su posterior aprovechamiento como energía eléctrica” (MVCT, 2020).

Se observa que esta línea estratégica busca fortalecer el tratamiento de residuos sólidos en el país, mediante la implementación de Sistemas de Tratamiento Mecánico Biológico, los cuales como se explican posteriormente, hacen parte de las tecnologías de tratamiento de residuos sólidos.

#### Ordenamiento ambiental del tratamiento de residuos sólidos en Colombia

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) estableció en el Decreto 2041 de 2014 que la construcción y operación de plantas cuyo objeto sea el tratamiento de residuos sólidos orgánicos biodegradables mayores o iguales a veinte mil (20.000) toneladas/año, requieren de licencia ambiental expedida por la Corporación Autónoma regional competente. Para el tratamiento térmico de residuos no peligrosos, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo territorial establece en la Resolución 909 de 2008 los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para dichas instalaciones en el artículo artículo 54 y 55.

En el año 2018 se expidió la Ley 1931, por medio de la cual se establecen las directrices para la gestión y adaptación al cambio climático de forma que se reduzca la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos de este y se promueva la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono. Por medio de esta Ley se elevó el rango jerárquico del Sistema de Información Nacional sobre Cambio Climático (SISCLIMA) establecido originalmente mediante el Decreto 298 de 2016, el cual se creó con el fin de recolectar datos e información transparente y consistente en el tiempo para la toma de decisiones

relacionadas con la gestión del cambio climático en todos los niveles sectoriales y territoriales.

De este sistema hace parte el Registro Nacional de Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (RENARE), reglamentado por el MADS a través de la Resolución 1447 de 20184 como parte del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de las acciones de mitigación a nivel nacional, en concordancia con lo establecido en la Ley 1931 de 2018, el cual es uno de los instrumentos necesarios para la gestión de información de las iniciativas de mitigación de GEI y se crea el Consejo Nacional de Cambio Climático, como un órgano permanente de consulta y asesoría de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) anteriormente creada en el Decreto 928 de 2016.

Igualmente, esta ley articuló los instrumentos para la gestión del cambio climático en los cuales se incluyeron Los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales y los Territoriales, a través de los cuales cada Ministerio y departamento respectivamente identifica, evalúa y orienta la incorporación de medidas de mitigación de gases efecto invernadero y adaptación al cambio climático en las políticas y regulaciones del respectivo sector y entidad territorial.

Ahora bien, de forma paralela a lo expuesto en este aspecto, el MADS, junto al Ministerio de Comercio y Turismo (MINCIT), pactó el 14 de noviembre de 2018 la “Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)” como un instrumento que busca impulsar la transformación de los sectores productivos del país, de esquemas lineales hacia modelos circulares (Gobierno de la República de Colombia, 2019), lo que se alinea con los compromisos internacionales que ha adquirido Colombia y la política nacional diseñada en GIRS.

Así, el Gobierno Nacional busca coordinar a empresas, importadores, fabricantes, exportadores, consumidores, gremios empresariales, universidades, entre otros actores, dentro de un escenario que permita la reintegración de los flujos de materiales a los ciclos productivos disminuyendo la generación de materiales residuales y residuos generados en sus procesos. Para esto, la ENEC prioriza ciertos flujos de materiales sobre los cuales establece planes de acción que articulan la estrategia, a saber:

- Línea de acción de flujos de materiales industriales y productos de consumo masivo

Creado con anterioridad por el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015.

- Línea de acción de flujos de materiales de envases y empaques
- Línea de acción de flujos de biomasa<sup>5</sup>
- Línea de acción de fuentes y flujos de energía
- Línea de acción de flujos de agua
- Línea de acción de flujos de materiales de construcción

Las líneas “Flujo de Biomasa” y “Fuentes y flujos de Energía” están directamente relacionadas con el tratamiento de residuos sólidos. Cada línea tiene una serie de indicadores y metas establecidas para el seguimiento del cumplimiento de la estrategia. Particularmente, en relación con el tratamiento de residuos sólidos, son los siguientes:

**Tabla 3.** Indicadores de seguimiento de las líneas de acción de la ENEC

Nombre del indicador	Meta
----------------------	------

Línea de acción de  
flujos de biomasa

Toneladas de biomasa residual aprovechadas	A 2030, incrementar en 20% el aprovechamiento de la biomasa residual
Número de proyectos innovadores para el aprovechamiento de Biomasa residual	A 2022, implementar 4 proyectos para el aprovechamiento de biomasa
Línea de acción de fuentes y flujos de energía	
MW instalados a partir de fuentes renovables	A 2022 aumentar la capacidad de generación a 1500 MW con energías limpias
MW instalados de generación a partir de biomasa	Promover para 2022 un aumento de por lo menos el 10% en la capacidad actual instalada de generación con biomasa

*Fuente: Elaboración a partir de (Gobierno de la República de Colombia, 2019)*

También es importante mencionar, la Resolución 2184 de 2019 del MADS, por medio de la cual se establece el código de colores a adoptar en el territorio nacional, para la presentación de los residuos en el marco del SPA, con el cual se busca orientar la cultura de separación en la fuente en el país. Esta resolución modifica la Resolución 668 de 2016 por la cual el MADS reglamentó el uso racional de bolsas plásticas.

2.2.4 Ordenamiento de la actividad de tratamiento de residuos sólidos en el marco del SPA

En Colombia, la gestión de residuos sólidos domiciliarios, incluida la disposición final y el tratamiento de residuos biodegradables, está enmarcada como un servicio de utilidad pública, el Servicio Público de Aseo, introducido por la Ley 142 de 1994. Desde su promulgación, el país ha avanzado en la gestión empresarial del servicio público, aumentando la cobertura de recolección de residuos en áreas urbanas, el cierre de botaderos a cielo abierto y modernizando la disposición final en rellenos sanitarios (DNP, 2016). Debido principalmente a que la Ley se diseñó con el objetivo de garantizar que la prestación del servicio fuese rentable para la Empresa de Servicio

Público (ESP) y que a su vez el servicio contase con unos indicadores mínimos de calidad y cobertura.

Sin embargo, ahora la normatividad busca dar el siguiente paso y adaptarse para cumplir con los objetivos marcados en el CONPES 3874 de 2016 en especial, el desarrollo de la normatividad necesaria para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Es necesario mencionar, que el marco jurídico aquí explicado.

Se refiere a la biomasa residual que corresponde a residuos agrícolas de cosecha, agroindustriales, agroforestales; estiércoles bovinos, porcinos y avícolas; desechos orgánicos de centros urbanos generados en plazas de mercado, centros de abasto, corte de césped y poda de árboles; actividad residencial y bio-sólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales (Gobierno de la República de Colombia, 2019).

aplica para los residuos sólidos domiciliarios presentados por el generador ante una ESP y que, por lo tanto, deben ser gestionados bajo el régimen de los servicios públicos en el país.

Como se mencionó anteriormente, si el generador así lo decidiese, puede gestionar sus residuos con una empresa especializada en la materia que opera fuera del SPA, es decir, que no cuenta con el carácter de ESP. El ordenamiento de los servicios públicos en el país, diferencia la operación de las ESP con las empresas que operan fuera del servicio público principalmente en que:

- El cobro del SPA está asociado a una tarifa, la cual es calculada a través de metodologías tarifarias establecidas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Estas metodologías tarifarias están regidas por una serie de criterios orientadores cuyo objetivo es garantizar que el cobro al usuario refleje los

costos efectivos de la prestación, así como la suficiencia financiera de la empresa a través de la recuperación de los costos y gastos propios de operación, y de la remuneración del patrimonio de los accionistas.

- El SPA cuenta con indicadores mínimos de calidad en la prestación del servicio, que incluye parámetros de cobertura sobre la población y continuidad en la operación, así como indicadores de gestión y resultados que evalúan adicionalmente los componentes comerciales, administrativos y financieros de la prestación y que inciden en la remuneración que obtienen vía tarifa.

- Las ESP cumplen parte de la función social del Estado al dar provisión a servicios públicos y por lo tanto son objeto de una vigilancia, control y seguimiento estricto. Esto incluye obligaciones para las empresas de contar con oficinas de control interno, Auditorías Externas de Gestión y Resultados y de reportar datos de sus aspectos comerciales, administrativos, técnicos y financieros ante el Sistema Único de Información – SUI de la SSPD. Estas medidas están encaminadas a levantar información que permita identificar alertas tempranas en la prestación de los servicios públicos y que las autoridades correspondientes intervengan de así requerirse.

- Las ESP gozan de beneficios tributarios como el pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA) de conformidad con lo establecido en el Estatuto Tributario.

En particular, la actividad de tratamiento como parte del servicio público de aseo se incluyó en la definición del servicio del artículo 14 de la Ley 142 de 1994, modificado por el artículo 1 de la Ley 689 de 2001:

“14.24. Servicio público domiciliario de aseo. Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta Ley a las

actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos

Igualmente incluye, entre otras, las actividades complementarias de corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas; de lavado de estas áreas, transferencia, tratamiento y aprovechamiento”. (Subrayado fuera del texto original).

Mediante los numerales 55, 88 y 91 del artículo 2.3.2.1.1 del Decreto 1874 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), compilado en el Decreto 1077 de 2015, se delimita la prestación de la actividad de tratamiento en el siguiente sentido:

88. Tratamiento. Es la actividad del servicio público de aseo, alternativa o complementaria a la disposición final, en la cual se propende por la obtención de beneficios ambientales, sanitarios o económicos, al procesar los residuos sólidos a través de operaciones y procesos mediante los cuales se modifican las características físicas, biológicas o químicas para potencializar su uso. Incluye las técnicas de tratamiento mecánico, biológico y térmico. Dentro de los beneficios se consideran la separación de los residuos sólidos en sus componentes individuales para que puedan utilizarse o tratarse posteriormente, la reducción de la cantidad de residuos sólidos a disponer y/o la recuperación de materiales o recursos valorizados.

91. Instalaciones para tratamientos Complementarios y Alternativos Complementarios. Son soluciones técnicas de manejo y valorización de residuos con potencial de recuperación e Incorporación a ciclo productivo, tendiente a disminuir su disposición final en rellenos sanitarios (...)” (Subrayado fuera del texto original) (MVCT, 2015).

De este modo, por medio de la actividad se propende por la obtención de beneficios ambientales, sanitarios o económicos, al procesar los residuos sólidos a través de

operaciones y procesos dirigidos a modificar las características físicas, biológicas o químicas para potencializar su uso.

Por su parte, el MVCT expidió la Resolución 938 de 2019, estableciendo los criterios a considerar para la definición de áreas para la ubicación de proyectos de disposición final y tratamiento, definiendo las condiciones de diseño, operación, monitoreo, clausura y postclausura de los rellenos sanitarios según la categoría en la que se encuentren (son cuatro (4) categorías que dependen de la cantidad de toneladas de residuos que ingresan diariamente), así como indicando los aspectos a tener en cuenta para la selección de los proyectos de tratamiento de residuos sólidos y categorizándolo entre los siguientes grupos:

- Tratamiento térmico con fines de recuperación de energía
- Tratamiento biológico para residuos orgánicos separados en fuente, con transporte y recolección selectiva, en escalas mayores a 20.000 ton/año
- Tratamiento biológico para residuos orgánicos separados en fuente, con transporte y recolección selectiva, en escalas menores a 20.000 ton/año
- Tratamiento Mecánico Biológico previo a disposición final
- Tratamiento Mecánico Biológico posterior a disposición final

De acuerdo con la resolución en mención, para la selección de tratamiento se deberá analizar el costo beneficio entre las actividades de disposición final (artículo 7) y tratamiento priorizando la actividad que brinde resultados más favorables al considerar área disponible, vida útil, costo de tratamiento de lixiviados, costo de manejo de gases de efecto invernadero y los indicadores financieros (artículo 8). En consecuencia, al comparar estas dos alternativas de gestión de residuos, se debe tener en cuenta su

desarrollo tecnológico y los beneficios económicos que cada una de estas alternativas proporciona.

Su inclusión en el SPA genera costos. Para esto, la normatividad señala que:

“ARTÍCULO 2.3.2.2.3.26. Recolección separada. La recolección de los residuos sólidos ordinarios debe hacerse en forma separada de los residuos especiales. En el caso de los residuos ordinarios y cuando el PGIRS establezca programas de aprovechamiento, la recolección de residuos con destino a disposición final deberá realizarse de manera separada de aquellos con posibilidad de aprovechamiento, implementando procesos de separación en la fuente y presentación diferenciada de residuos.

ARTÍCULO 2.3.2.3.7. Cofinanciación de la Nación. Para que las entidades territoriales puedan acceder a los recursos de cofinanciación de la Nación para proyectos de sistemas de disposición final y tratamiento de residuos sólidos, deberán haber Identificado, planteado, analizado y evaluado, dentro de los correspondientes estudios de factibilidad que soportan el proyecto, alternativas de regionalización del servicio y presentarlas en su solicitud adjuntando el plano de la cartografía oficial del POT, PBOT o EOT correspondiente donde se ubiquen y delimiten las áreas para este tipo de proyectos.

(Modificado por el Decreto 1784 de 2017, art. 1).

ARTÍCULO 2.3.2.3.8. Adicionalidad para eficiencia. Con el fin de promover el diseño, implementación y operación de tratamientos alternativos y complementarlos a rellenos sanitarios, de los que habla el capítulo 7 del presente título, las entidades territoriales y las personas prestadoras del servicio público domiciliario de aseo, deberán

para la toma de decisiones, realizar el análisis de beneficio -costo y de sostenibilidad de los sistemas.

(Modificado por el Decreto 1784 de 2017, art. 1).

ARTÍCULO 2.3.2.3.19. Tratamientos de residuos en sitios de disposición final. Los sitios de disposición final podrán establecer instalaciones de tratamientos alternativos o complementarios a rellenos sanitarios y disposición final, de conformidad a lo dispuesto en el Capítulo 7 del presente Título, una vez realizado el análisis de beneficio-costo y de sostenibilidad que defina su viabilidad.

(Modificado por el Decreto 1784 de 2017, art. 1)

ARTÍCULO 2.3.2.3.20. Metodologías Tarifarias. De conformidad con la ley, las metodologías tarifarias del servicio público de aseo que establezca la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA deberán incentivar el desarrollo de la actividad complementaria de tratamiento.

(Modificado por el Decreto 1784 de 2017, art. 1).” (Subrayado fuera del texto original) (MVCT, 2015).

En relación con lo anterior, actualmente existen dos metodologías tarifarias para los prestadores del servicio público de aseo, a saber:

- La Resolución CRA 720 de 2015 para las personas prestadoras del servicio público de aseo que prestan sus servicios en áreas urbanas de municipios con más de 5.000 suscriptores y operadores de rellenos sanitarios que reciben más de 300 toneladas de residuos al mes.

- La Resolución CRA 853 de 2018 que aplica a las personas prestadoras del servicio público de aseo que atienden en: i) municipios con hasta 5.000 suscriptores en áreas urbanas, ii) centros poblados rurales, iii) áreas de difícil acceso, iv) operadores de rellenos sanitarios que reciben hasta 300 toneladas de residuos por mes y v) operadores de sistemas de tratamiento que reciben hasta 300 toneladas mensuales.

La Resolución CRA 720 de 2015, aunque no incluye en sus componentes tarifarios una remuneración de la actividad de tratamiento, establece que los prestadores del servicio público de aseo podrán utilizar tecnologías alternativas a la disposición final en el relleno sanitario (artículo 31), siempre que tengan los permisos y autorizaciones ambientales requeridos y que el costo a ser transferido a los usuarios en la tarifa, no exceda el valor resultante de la suma del Costo de Disposición Final y el Costo de Tratamiento de Lixiviados (CDF + CTL), de acuerdo con lo que define en esta resolución (CRA, 2015)<sup>6</sup>.

Según lo establecido en la Ley 142 de 1994, estas metodologías deben revisarse cada cinco (5) años de vigencia para corregir las fórmulas implementadas. Así, la CRA expidió el documento: “Bases de los estudios para la revisión de las fórmulas tarifarias para el servicio público de aseo aplicable a municipios y/o distritos con más de

5.00 suscriptores en área urbana” en el cual identifica las necesidades de:

- Evaluar la fórmula tarifaria de esta actividad para que reflejen sus costos reales y no la comparación con otras actividades del servicio público (disposición final y tratamiento de lixiviados)
- Reconocer los beneficios ambientales, sociales y económicos que proporciona esta actividad a toda la sociedad

- Contemplar la estructura de inversión de capital típica de este tipo de proyectos
  - Incentivar la implementación de alianzas público - privadas que aseguren la financiación y operación de estos proyectos

En términos generales coincidimos sobre estos planteamientos, sin embargo, esta consultoría se pronunciará sobre los mismos en el entregable 3 como parte de las recomendaciones al cliente.

La razón de la diferencia entre los criterios de retribución para la actividad de tratamiento de residuos entre las dos resoluciones responde a que el reglamento sobre la actividad de tratamiento fue emitido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio mediante Decreto 1784 de 2017 (CRA, 2018). Es decir, para el año 2015, fecha de emisión de la Resolución CRA 720, La regulación del servicio público de aseo se enfocaba principalmente en la actividad de reciclaje (o aprovechamiento), mientras que para el año 2018, fecha de emisión de la Resolución CRA 853 de 2018, la regulación del servicio ya había incluido algunos aspectos de la actividad de tratamiento.

En cuanto a la Resolución CRA 853 de 2018, incluye en sus componentes tarifarios el Costo de Tratamiento tomando como referencia la tecnología de compostaje de residuos orgánicos en pilas estáticas con aireación, tecnología de amplio conocimiento y aplicación en el país (CRA, 2018). Con esta inclusión se busca reducir los volúmenes de residuos que deben ser finalmente eliminados en los rellenos sanitarios, aumentando así la vida útil de dichas infraestructuras, reduciendo los costos de transporte de los residuos al vertedero y los costos de tratamiento de lixiviados y se contribuye a la disminución en la generación de GEI.

Estas metodologías tarifarias simbolizan una de las principales diferencias entre las reglas bajo las cuales funcionan los modelos de negocio de las ESP en relación con las

empresas que no prestan servicios públicos, puesto que los ingresos de estas últimas pueden ser pactados libremente entre la empresa y el cliente mientras que las ESP del SPA deben regirse a lo establecido por la CRA. Esto puede representar una ventaja, puesto que las metodologías tarifarias están diseñadas para garantizar la suficiencia financiera de la empresa, o una desventaja, si estas fallan en lograr tal objetivo.

Como reglamentación de la cofinanciación de la Nación en la actividad de tratamiento, la Ley 1176 de 2007 que reglamentó los artículos 356 y 357 de la Constitución Política en relación con el Sistema General de Participaciones<sup>7</sup> de los departamentos, distritos y municipios, estableció en el artículo 10, la destinación de los recursos correspondientes al sector de agua potable y saneamiento básico, para adelantar proyectos de tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos con impacto a nivel regional (Congreso de la República de Colombia, 2007).

Adicionalmente, en el año 2015 se publicó la Ley 1753 de 2015 con la que entra en vigor el Plan Nacional de Desarrollo para los años 2014-2018. El artículo 88 modifica el artículo 251 del Plan Nacional de la vigencia 2010-2014 (Ley 1450 de 2011) para introducir los incentivos al aprovechamiento de residuos sólidos en aquellas entidades territoriales en cuyo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)<sup>8</sup> se hayan definido proyectos de aprovechamiento viables. La norma establece este incentivo como un cobro adicional a la disposición final de residuos en relleno sanitarios, el cual debe ser calculado en función a las toneladas dispuestas por suscriptor y en proporción al Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV).

En este sentido, la Ley dispuso que estos recursos podrían ser empleados en la elaboración de estudios de prefactibilidad y factibilidad para implementar formas alternativas de aprovechamiento como compostaje, plantas de tratamiento integral de residuos sólidos, entre otros (Congreso de la República de Colombia, 2015).

Así, por medio del Decreto 2412 de 2018 del MVCT, se reglamentó el Incentivo al Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos Sólidos (IAT), de conformidad con lo establecido en el artículo 88 de la Ley 1753 de 2015. Por medio de este decreto se definió su cálculo, facturación, recaudo, asignación y uso de recursos, así como su seguimiento y control en todo el territorio nacional. (Artículos 2.3.2.7.3 a 2.3.2.7.6). Mediante este Decreto, se estableció que para el cálculo del valor del IAT (VIAT) este sería el 0,80% del SMMLV multiplicado por las toneladas dispuestas por suscriptor en el relleno sanitario. Considerando que en 2019 se dispusieron 11.106.724 toneladas de residuos en rellenos sanitarios en el país (SSPD, 2020) y que el SMMLV para ese año El Sistema General de Participaciones (SGP) corresponde a los recursos que el Gobierno Nacional transfiere a las entidades territoriales, Departamentos, Distritos o Municipios, destinados a la salud, educación, agua potable y saneamiento básico o para propósitos generales Fuente especificada no válida.

Mediante el artículo 8° del Decreto 1713 de 2002 modificado por el artículo 2 del Decreto Nacional 1505 de 2003 se estableció que los Municipios y Distritos, deberían elaborar y mantener actualizado un Plan Municipal o Distrital para la Gestión Integral de Residuos o desechos sólidos en el ámbito local y/o regional, según el caso. A este plan se le denominó Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos- PGIRS. Cuyo “Contenido básico del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos”, debía ser (artículo 9):

- Identificación de alternativas de manejo en el marco de la gestión Integral de los Residuos Sólidos con énfasis en programas de separación en la fuente, presentación y almacenamiento, tratamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final.
- Descripción de los programas con los que se desarrollará el PGIRS.

- Descripción de las actividades de divulgación, concientización y capacitación, separación en la fuente, recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.

fue de 828.116 pesos colombianos, por medio de este incentivo las entidades territoriales contaron con un potencial de recaudo de aproximadamente 73.600 millones de pesos colombianos para dicha vigencia. Es necesario mencionar que este cálculo indica un potencial que no necesariamente es viable pues considera que todos los municipios del país cuentan con viabilidad en las actividades de aprovechamiento y/o tratamiento en su PGIRS.

Igualmente, el Decreto definió que por medio del Comité del IAT se evaluarán los proyectos de aprovechamiento y de tratamiento de residuos sólidos que sean presentados por las ESP de las actividades principales y complementarias del servicio público de aseo para la asignación de recursos del incentivo, lo que significa que las empresas que no hacen parte del SPA no pueden acceder a estos recursos. Igualmente, se señala que la asignación de recursos para financiar proyectos de aprovechamiento y de tratamiento de residuos sólidos, se efectuará anualmente de acuerdo con los montos recaudados. (en el artículo 2.3.2.7.9. ibidem)

Además, el MVCT expidió la Resolución 176 de 2020 que regula el incentivo al aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos del que trata el Decreto 2412 de 2018 e indica los criterios para la evaluación de proyectos que pueden acceder a dicho beneficio en tratamiento de residuos (aquellos correspondientes a las categorías establecidas en la Resolución 938 de 2019).

Asimismo, esta resolución establece el contenido mínimo de los proyectos a presentar ante las alcaldías, y los criterios de elegibilidad que aplican en tratamiento,

donde tienen mayor prioridad aquellos que tengan mayor impacto en la desviación de toneladas a relleno sanitario, sean proyectos regionales y tengan mayor vida útil, lo anterior se podrá cumplir siempre y cuando no se comparen las alternativas de tratamiento y disposición final. (artículo 6).

Desde la Ley 1753 de 2015 se establece que, estos recursos deben distribuirse de manera que se articulen con los objetivos y metas establecidos en los instrumentos de planeación de las entidades territoriales y de la política pública, en especial teniendo en cuenta que más del 50% de los residuos son orgánicos, es decir, cuya descomposición genera lixiviados y emisiones de gases de efecto invernadero.

### **Otras normas relevantes**

Como se ha podido observar, el tratamiento de residuos sólidos en Colombia, tanto dentro del servicio público de aseo, como fuera de este en el marco de la GIRS, involucra numerosos sectores cuyo ordenamiento está en cabeza de distintas entidades oficiales. A continuación, se presentan normas adicionales que complementan el marco regulatorio bajo el cual se ordena esta actividad en el país.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ha establecido a través de su Resolución 150 del 2003, el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia, bajo el cual orienta la comercialización, uso y manejo de dichos productos y establece los requisitos mínimos con los que deben contar las empresas para obtener el registro con el cual podrán fabricar, formular, envasar o empacar fertilizantes y acondicionadores de suelos (ICA, 2003).

Paralelamente, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) ha elaborado la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5167 del 2011, con el propósito de establecer los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales

deben ser sometidos los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y como enmiendas o acondicionadores de suelo (ICONTEC, 2011). Estas normas afectan directamente a aquellos gestores de residuos orgánicos cuyo subproducto del tratamiento aplicado sea un fertilizante y/o acondicionador de suelo.

Por otro lado, se promulgó la Ley 1715 de 2014 por medio de la cual se reglamentó la integración de las energías renovables al Sistema Energético Nacional, estableciendo dentro de sus definiciones que la biomasa es una Fuente No Convencional de Energía Renovable (FNCER). Para esto, orienta los aspectos que se deben reglamentar para la valorización energética de la biomasa forestal y agrícola y reglamenta las fuentes de financiación particulares a las que se puede acceder para implementar para este tipo de sistemas.

Por medio de esta legislación el Gobierno Nacional promoverá la autogeneración<sup>9</sup> a pequeña y gran escala y la generación por medio de (i) la entrega de excedentes, (ii) un Sistema de medición bidireccional y mecanismos simplificados de conexión y entrega de excedentes a los auto generadores a pequeña escala, que permita conexiones sencillas incluso por usuarios residenciales; (iii) la venta de energía por parte de generadores distribuidos cuya remuneración se hará teniendo en cuenta los beneficios que esta trae al sistema de distribución donde se conecta; (iv) la venta de créditos de energía, su negociación y derechos; y (v) programas de divulgación masiva y focalizada.

Igualmente, promueve diferentes incentivos a la generación de energía con fuentes no convencionales, tales como la energía procedente de Biomasa Forestal y agrícola, de residuos, solar, eólica, entre otras.

Finalmente, hay que tener en cuenta que, como resultado de la descomposición de la fracción orgánica de los residuos sólidos, se produce la generación de biogás el cual es

una mezcla de gases compuesta principalmente por los GEI como el metano y el CO<sub>2</sub> (DNP, 2016). En este sentido, la regulación ha incluido diferentes medidas para la implementación de sistemas de extracción activa y aprovechamiento de este gas para mitigar su impacto, pues de no contar con estos sistemas, este gas es liberado directamente a la atmósfera contribuyendo al cambio climático.

Así, la Resolución 938 de 2019, reglamentando lo dispuesto en el Decreto 1784 de 2017 del MVCT establece que para el 1 de enero de 2021 todos los sitios de disposición final del país deberían tener actualizado su Reglamento Operativo y cumplir con los estándares mínimos en la operación incluyendo:

- Captura y quema tecnificada de gases (aplica a las cuatro categorías de rellenos sanitarios).
- Monitoreo de Biogás: disponer de equipo con sonda para medición de concentración de gases CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S y del límite de explosividad.

De esta forma, se pretende que los operadores de sitios de disposición final en el país implementen estos sistemas, lo cual, adicionalmente, va en línea con los objetivos y metas incluidos en el CONPES 3874 de 2016. Pese a haber generado la fuente de recursos para desarrollar los proyectos, a la fecha no se observa mayor dinámica en la aprobación y desarrollo de proyectos en la medida en que la reglamentación de los Comités fue recientemente expedida.

Refiere a la facultad de un hogar de producir la energía con la cual cubrirá parcial o totalmente sus requerimientos energéticos.

De la revisión del marco normativo realizado en esta sección, se puede concluir lo siguiente:

- Existen varias entidades oficiales involucradas en el ordenamiento del tratamiento de residuos sólidos en el país que tienen roles específicos frente a los distintos aspectos de este.
- El Gobierno Nacional ha adquirido compromisos en el marco de su agenda internacional relacionada con el tratamiento de residuos sólidos, así como ha definido lineamientos sobre la materia en el diseño de su política interna, los cuales están articulados en:

Hacer una transición desde el modelo de economía lineal hacia un enfoque de economía circular, fomentando el entendimiento de los flujos de materiales en el país para lograr la disminución en la generación de residuos mediante el reúso, reciclaje y valorización de los recursos.

Reducir el impacto que tiene el país frente a la emisión de GEI, aumentando la cantidad de residuos sólidos que son desviados del relleno sanitario para su valorización y/o aprovechamiento.

Robustecer el sector oficial encargado de reglamentar el sector de residuos sólidos en el país, articulando sus diferentes entidades y los instrumentos normativos que actualmente se tienen vigentes en la materia.

Fortalecer el levantamiento de información de forma que esta tenga mayor claridad, sea más transparente y permita una toma de decisiones adecuadas frente a la GIRS.

Diseñar instrumentos económicos que orienten a los generadores a reducir la cantidad de residuos generados y que permita a los gestores cubrir los costos reales en los que incurren por sus actividades.

Promover el tratamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO), ampliando la infraestructura actual del país, incluyendo su remuneración en los marcos tarifarios que remuneran el servicio público de aseo, diseñando instrumentos de financiación paralelos que permitan la sostenibilidad financiera de estos proyectos y potenciando la innovación tecnológica en la materia.

- La fracción orgánica de los recursos y residuos sólidos de los flujos de materiales del país es de gran interés para mitigar los efectos del cambio climático y por lo tanto, la normatividad ambiental expedida en el país y las estrategias diseñadas en relación con la GIRS (Ej: la ENEC) han priorizado su intervención.

- Existen marcos normativos que regulan el tratamiento de residuos sólidos dentro del régimen de los servicios públicos y fuera de este en el país. Esto ha generado diferentes formas de conformar una empresa en torno a esta actividad, con afectaciones principalmente relacionadas con los ingresos obtenidos por su modelo de negocio y con el cumplimiento de metas y objetivos sujetas a control y vigilancia estricta.

- La actividad complementaria del tratamiento de residuos sólidos ha estado incluida dentro del SPA desde la expedición de la Ley 689 de 2001, no obstante, su reglamentación ha estado rezagada principalmente porque el Gobierno Nacional priorizó la tecnificación de los rellenos sanitarios para eliminar la disposición final en sitios no autorizados en el país. Su remuneración fue incluida dentro de los esquemas tarifarios como una actividad independiente en el año 2018.

- Actualmente se cuenta con normas que orientan la estructuración técnica, financiera y legal para la selección de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos y la implementación y operación de las instalaciones.

- Se han reglamentado instrumentos económicos cuyo propósito es contar con recursos para la inversión en infraestructura y tecnología para el aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos objeto del SPA.

### **3. DISEÑO METODOLÓGICO.**

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Esta investigación se plantea desde una perspectiva mixta, integrando tanto elementos cualitativos como cuantitativos, en concordancia con la afirmación de Hernández, Baptista y Collado (2010) que subraya la idoneidad de los métodos mixtos para abordar científicamente cualquier problemática de investigación. Estos enfoques, al combinar información cuantitativa y cualitativa, se erigen como la mejor alternativa hasta la fecha, permitiendo la transformación de dicha información en conocimiento sustancial y profundo.

La investigación mixta, derivada de la fusión de ambos enfoques, incorpora las características distintivas de cada uno, según lo destaca Grinnell (1997), citado por Hernández et al. (2003:5). Ambos enfoques comparten cinco fases interrelacionadas:

- a) Realizan la observación y evaluación de fenómenos.
- b) Establecen suposiciones o ideas a raíz de la observación y evaluación.
- c) Prueban y demuestran el fundamento de las suposiciones o ideas.
- d) Revisan dichas suposiciones o ideas mediante pruebas o análisis.
- e) Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar, cimentar o fundamentar las suposiciones o ideas, o incluso generar otras.

Ruiz (2011), por su parte, destaca que esta combinación permite analizar las cualidades inherentes a ambos enfoques de investigación. En este sentido, subraya que la investigación cuantitativa facilita la generalización de resultados, otorga control, posibilita la replicación y permite la comparación del fenómeno estudiado con investigaciones similares. Por otro lado, la investigación cualitativa aporta profundidad

en la información, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización, detalles, indagación fresca, natural, holística, flexibilidad y experiencias únicas, gracias a su proximidad con el entorno (p.159).

### **3.2 Población y Muestra**

#### **3.2.1 Población.**

En el marco de este proyecto, la población objeto de estudio será la comunidad residente en el área urbana del Municipio de Chitaga, ubicado en Norte de Santander. Se selecciona esta población debido a la directa o indirecta afectación que puedan experimentar como resultado de la realización de la investigación.

Por lo tanto, serán los habitantes de esta localidad quienes se considerarán para llevar a cabo los estudios pertinentes, con el objetivo de comprender y abordar de manera integral los diversos aspectos relacionados con la gestión de residuos sólidos en su entorno urbano.

#### **3.2.2 Muestra.**

En el marco de este proyecto, se llevará a cabo una cuidadosa selección de la muestra, que comprenderá a los usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos en el área urbana del Municipio de Chitaga, ubicado en Norte de Santander. La elección de esta población específica se fundamenta en la relevancia directa que tienen estos habitantes en la generación de los residuos sólidos, los cuales constituyen el objeto central de estudio de esta investigación. Este enfoque busca captar de manera integral las dinámicas y características asociadas a la gestión de residuos en el contexto urbano de Chitaga, con el propósito de ofrecer una comprensión más completa y detallada de la problemática y sus posibles soluciones.

#### 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

Se realizaron 57 encuestas en el Municipio, a viviendas localizadas en el área urbana del municipio obteniendo la siguiente información.

**Tabla 4 P1**

¿Cuál es el peso promedio de los residuos sólidos generados por día?	
Menos de 1 kg	19
Entre 1 kg y 5 kg	38
Entre 5 kg y 10 kg	0
Más de 10 kg	0



**Tabla 5 P2**

¿Cuál es la principal actividad económica en su área?	
Agricultura	57
Industria	25
Comercio	0
Servicios	0



Tabla 6 P3

¿Cuál es la fuente principal de los residuos sólidos?	
Hogares	27
Comercios	30
Industrias	0



Tabla 7 P4

¿Qué prácticas se siguen para la disposición final de los residuos sólidos?	
Enterramiento	0
Incineración	18
Recolección y transporte a vertederos	31
Reciclaje	15
Compostaje	23



Tabla 8 P5

¿Qué porcentaje de los residuos sólidos generados se considera reciclable?	
Menos del 25%	41
Entre 25% y 50%	16
Entre 50% y 75%	0
Más del 75%	0

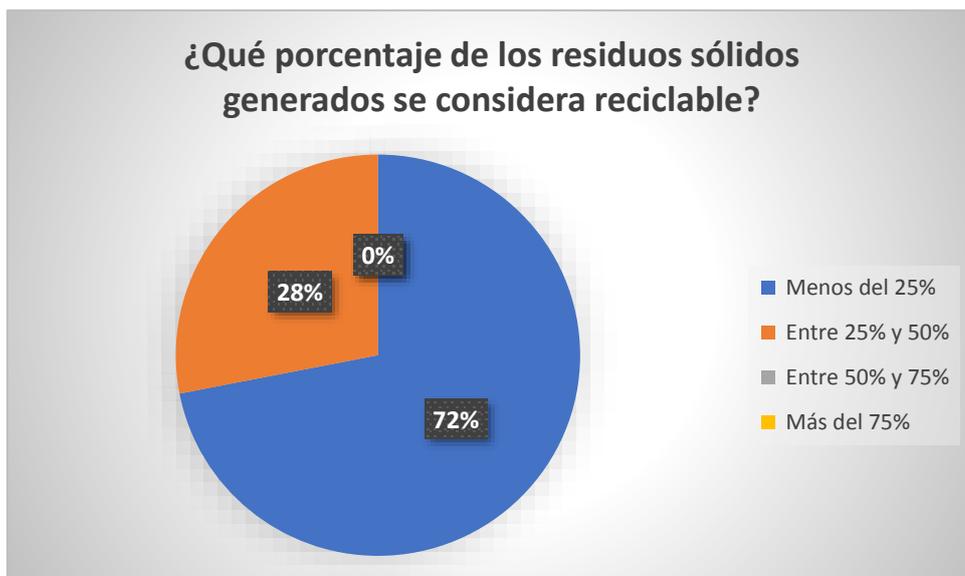


Tabla 9 P6

Clasificación de Residuos por Categorías:	
Papel y cartón	57
Vidrio	41
Plástico	50
Metales	17
Materia orgánica	16
Residuos peligrosos	0

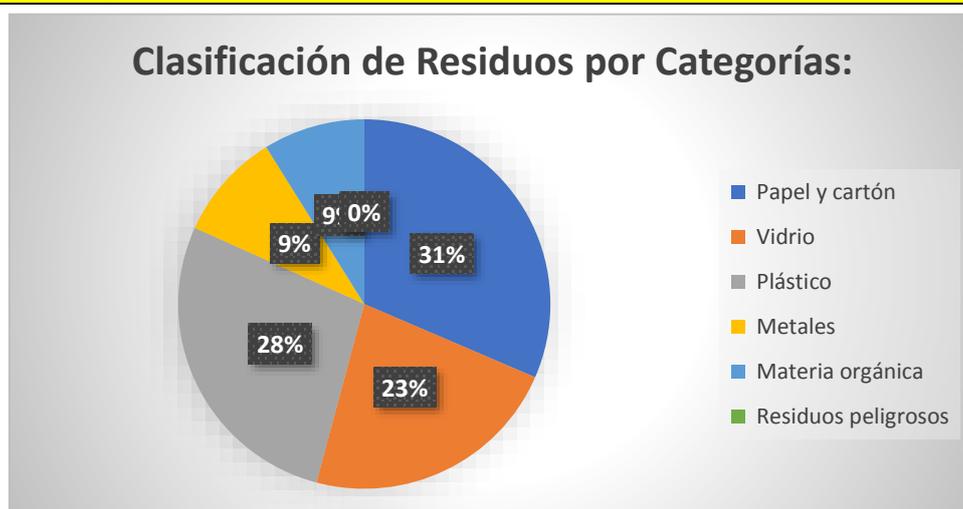


Tabla 10 P7

¿Existe un programa de recogida selectiva de residuos en su área?	
Sí	23
No	0
No estoy seguro	20



Tabla 11 P8

¿Participa en programas de separación de residuos o reciclaje?	
Sí	15
No	23
No estoy seguro	19



Análisis de la información:

### **¿Cuál es el peso promedio de los residuos sólidos generados por día?**

La información obtenida a través de una encuesta revela que, en el contexto de Chitaga, el 67% de las viviendas en el municipio genera entre 1 y 5 kilogramos de residuos sólidos, lo cual constituye una fuente significativa de contaminación ambiental. Este fenómeno, atribuible a una gestión inadecuada de los desechos, desencadena efectos adversos para el entorno debido a diversos factores contaminantes. Por otro lado, el 33% restante de las viviendas encuestadas produce menos de 1 kilogramo de residuos, revelando posiblemente prácticas más sostenibles, aunque aún se detectan impactos negativos derivados de dicha gestión.

Es importante destacar que, según los resultados recabados, no se identificaron hogares que generen residuos sólidos en la franja de más de 10 kilogramos, sugiriendo una tendencia en la que este rango de peso no es común en las viviendas de la localidad. Los residuos sólidos, definidos como aquellos desechos que, al llegar al final de su vida útil, son descartados, pueden contribuir a la contaminación ambiental si no se gestionan de manera adecuada. En algunos casos, estos residuos son destinados a la transformación o reutilización en la fabricación de bienes de consumo, lo que destaca la importancia de una gestión responsable de los desechos para minimizar su impacto ambiental.

### **¿Cuál es la principal actividad económica en su área?**

Las opiniones recopiladas de los encuestados reflejan una preocupación compartida sobre la problemática de los residuos sólidos, destacando que el 53% de las 30 personas consultadas identifican a los comercios como la principal fuente de generación de estos

desechos. Esta tendencia evidencia una situación crítica que impacta negativamente en diversos aspectos, como la salud pública, el medio ambiente, el clima y el desarrollo económico.

En contraste, el 47% de las 27 personas encuestadas en hogares señalan que también contribuyen a la generación de residuos sólidos, algunos de los cuales terminan en rellenos sanitarios o, en casos más graves, a cielo abierto, afectando directamente el aire, el agua y el suelo. La encuesta indica que, según la percepción de los participantes, las industrias no son una fuente significativa de contaminación por residuos sólidos. Sin embargo, se destaca la necesidad de una gestión adecuada de los residuos en el contexto industrial, ya que la falta de información o el desconocimiento sobre las prácticas que generan estos desechos pueden contribuir a la problemática.

Una conclusión relevante de la encuesta es la importancia de la educación ambiental tanto en adultos como en niños. El conocimiento y la concientización sobre los impactos de los residuos sólidos son fundamentales para reducir su generación y promover prácticas más sostenibles. Este hallazgo subraya la necesidad de implementar programas educativos que aborden la gestión adecuada de los residuos sólidos, fomentando un cambio de actitud y comportamiento en la comunidad.

### **¿Cuál es la fuente principal de los residuos sólidos?**

El conocimiento de los residentes de Chitaga sobre la posibilidad de reutilizar residuos revela datos significativos. De acuerdo con las respuestas recabadas, el 72% de los encuestados, es decir, 41 personas, considera que menos del 25% de los residuos generados en la localidad son susceptibles de ser reciclados. Por otro lado, el 28% de los participantes opina que entre el 25% y el 50% de los residuos pueden ser reutilizados y recibir otro uso. En contraste, una proporción mayoritaria, que incluye más del 75%, no

se percibe como reciclable, junto con aquellos que estiman que la cifra oscila entre el 50% y el 75%.

Estos resultados subrayan la importancia de contar con información detallada y precisa sobre la cantidad de residuos generados que son susceptibles de reciclaje. Tal conocimiento es esencial para reducir el impacto negativo en el medio ambiente y para preservar los recursos naturales. Un factor clave para lograr este objetivo es la correcta clasificación de los residuos. Por lo tanto, incentivar la participación activa en programas de reciclaje y proporcionar educación sobre la separación adecuada de materiales reciclables se revela como un paso fundamental para promover un manejo más eficiente de los residuos sólidos en la comunidad.

### **¿Qué prácticas se siguen para la disposición final de los residuos sólidos?**

La evaluación de la percepción de la población de Chitaga respecto a las categorías de residuos sólidos arroja información valiosa sobre la conciencia ambiental en la comunidad. Según los resultados obtenidos de las respuestas de 57 participantes, el papel y cartón son identificados como la categoría que representa el mayor porcentaje de residuos sólidos, con un 31%. Este hallazgo sugiere una preocupación significativa, ya que el papel, al ser producido de manera intensiva, contribuye a la sobreexplotación de los recursos naturales, generando impactos negativos en el entorno. Por otro lado, el cartón se destaca como un material con menor impacto medioambiental.

En cuanto al vidrio, aunque el 23% de los encuestados lo señala como una fuente de impacto negativo en el medio ambiente, es importante destacar que este material es altamente reciclable y ecológico por naturaleza, lo que lo convierte en una opción más sostenible. Por su parte, el plástico, con un 28% de menciones entre las 50 personas

encuestadas, se percibe como una importante fuente de contaminación en las aguas y el aire debido a su prolongado tiempo de descomposición.

En la categoría de metales, que representa el 9% de la contaminación según la percepción de la población, se destaca la importancia de abordar la producción y eliminación inadecuada de estos materiales para evitar impactos perjudiciales en el ecosistema. Asimismo, las materias orgánicas, también con un 9% de menciones, muestran que la disposición inadecuada de estos residuos puede tener efectos negativos significativos en el medio ambiente.

Es crucial resaltar que, según la información recopilada, los residuos peligrosos no son considerados una categoría de residuos sólidos en el municipio. Sin embargo, se destaca la importancia de abordar adecuadamente estos residuos, dada su naturaleza corrosiva, infecciosa y tóxica, que pueden representar riesgos y daños tanto para la salud humana como para el ambiente si no se gestionan de manera apropiada. Estos resultados sugieren la necesidad de promover la concientización sobre la gestión adecuada de diferentes tipos de residuos, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental en Chitaga.

### **¿Qué porcentaje de los residuos sólidos generados se considera reciclable?**

De acuerdo con los resultados de la encuesta, se destaca que el 70% de los participantes identifica la agricultura como la actividad económica más predominante en Chitaga. Esta elevada proporción sugiere que la agricultura desempeña un papel crucial en la vida de la comunidad, no solo proporcionando los alimentos esenciales para el consumo local, sino también generando empleo tanto para la creación de industrias como para los propios agricultores. Esta actividad económica contribuye significativamente a compensar las necesidades fundamentales de la población, como la

alimentación y la vestimenta, y juega un papel clave en la promoción del desarrollo rural sostenible y la seguridad alimentaria.

Por otro lado, el 30% de los encuestados considera que la industria es una fuente importante de actividad económica en Chitaga. Este segmento de la población reconoce la relevancia de la base productiva que la industria proporciona para el crecimiento económico y el éxito general del municipio. Se puede inferir que, aunque la agricultura predomina, la industria también desempeña un papel significativo en la economía local, diversificando las fuentes de empleo y contribuyendo al desarrollo integral.

En contraste, el comercio y los servicios no son señalados como las principales actividades económicas según la percepción de los encuestados. Este hallazgo sugiere que, aunque estas áreas pueden estar presentes en la comunidad, su impacto relativo en comparación con la agricultura e industria puede ser menor.

Según los resultados de la encuesta, la disposición más comúnmente seguida para los residuos sólidos en Chitaga es la recolección y transporte a vertederos, siendo seleccionada por el 36% de los encuestados. Este método tradicional, sin embargo, plantea desafíos ambientales y de gestión de residuos, ya que los vertederos pueden contribuir a la contaminación del suelo y del agua.

En cuanto a la incineración, el 21% de los participantes la considera como una opción para la disposición final de residuos. Cabe destacar que la incineración puede generar emisiones contaminantes y, por lo tanto, su elección requiere cuidadosa consideración de los impactos ambientales.

Por otro lado, el enterramiento no se percibe como una práctica importante de disposición final para los residuos sólidos según la percepción de las personas

encuestadas. Esto podría indicar una menor preferencia por esta técnica en la comunidad.

El compostaje, con un 26% de aceptación, emerge como una práctica significativa y favorable para el medio ambiente. Esta opción implica la descomposición natural de los residuos orgánicos para producir abono, contribuyendo así a la sostenibilidad y al ciclo natural de nutrientes.

El reciclaje, seleccionado por el 17% de los encuestados, también se destaca como una práctica importante según la percepción de la población. Este enfoque implica dar nuevos usos a los materiales reciclables, lo que puede reducir la demanda de recursos naturales y minimizar la generación de residuos.

### **¿Existe un programa de recogida selectiva de residuos en su área?**

La comunidad de Chitaga muestra un conocimiento diverso en cuanto a los programas de recogida selectiva de residuos. El 53% de los encuestados están familiarizados con estos programas, que tienen como objetivo separar y recoger diversos tipos de residuos, como cartón, papel, vidrio, materia orgánica y plástico. Estos programas están diseñados para gestionar estos materiales de manera sostenible, promoviendo prácticas más conscientes y respetuosas con el medio ambiente.

Por otro lado, el 47% de la comunidad no está seguro de la existencia de programas de recogida selectiva. Esta falta de conocimiento puede traducirse en una menor conciencia sobre la contaminación, la importancia de clasificar adecuadamente los residuos y el ahorro de energía que se logra a través del reciclaje. La educación y la información en estos temas son fundamentales para comprender cómo nuestras acciones diarias afectan el entorno que nos rodea.

La falta de conciencia sobre la existencia de programas de recogida selectiva también podría influir en la participación activa de la comunidad en prácticas de reciclaje y en la adopción de hábitos responsables. Conocer y educarse sobre estos temas no solo es beneficioso para el medio ambiente, sino que también contribuye a la conservación de los recursos naturales y promueve la economía local.

### **¿Participa en programas de separación de residuos o reciclaje?**

La participación en programas de separación de residuos y reciclaje se revela como una práctica fundamental para la comunidad encuestada. Sin embargo, el 41% de los encuestados no participa activamente en estos programas, y esto se atribuye principalmente a la falta de información. Esta carencia se presenta de diversas formas: algunas personas no conocen la existencia de talleres educativos, otras enfrentan limitaciones de tiempo y hay quienes simplemente no participan por falta de conciencia sobre la importancia de estos programas.

En contraste, el 26% de la comunidad sí conoce y participa activamente en la separación de residuos y el reciclaje. Estas personas son conscientes de la relevancia de clasificar adecuadamente los residuos para contribuir al cuidado del medio ambiente. Sin embargo, el 33% restante no está seguro de la importancia de estos programas y, por ende, no participa activamente. Es posible que estos temas no sean considerados tan cruciales por algunas personas, lo que podría explicar su falta de interés y participación en los talleres educativos.

Es esencial resaltar que la participación activa en programas de separación de residuos no solo contribuye a la reducción de la cantidad de desechos enviados a vertederos, sino que también desencadena beneficios en la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Estar bien informado acerca de la

importancia de la clasificación adecuada de los residuos no solo beneficia al individuo, sino que también deja una huella positiva de cambio en la comunidad en su conjunto.

Fomentar la participación y proporcionar información clara sobre estos programas educativos puede ser clave para aumentar la conciencia y promover prácticas más sostenibles en la comunidad.

## 5. CONCLUSIONES

Del siguiente documento basado en su análisis podemos concluir lo siguiente:

La encuesta revela que Chitaga enfrenta un desafío significativo en la gestión de residuos sólidos, con la mayoría de las viviendas generando entre 1 y 5 kilogramos de desechos. Esto destaca la necesidad de estrategias efectivas para el manejo adecuado de estos residuos.

La identificación de los comercios como la principal fuente de residuos sólidos subraya la importancia de abordar prácticas comerciales más sostenibles y la implementación de estrategias que minimicen su impacto ambiental.

La percepción de que menos del 25% de los residuos son reciclables destaca la necesidad urgente de programas de concientización para promover el reciclaje y reducir la cantidad de desechos enviados a vertederos.

La preferencia por la agricultura como actividad económica dominante resalta su papel vital en la comunidad. Esto sugiere la necesidad de políticas que respalden el desarrollo sostenible de la agricultura en la región.

La elección predominante de la recolección y transporte a vertederos como método de disposición final resalta la falta de opciones sostenibles. Se evidencia la necesidad de explorar alternativas más amigables con el medio ambiente.

Aunque más de la mitad de la comunidad está al tanto de los programas de recogida selectiva, existe un porcentaje significativo que carece de información. Esto destaca la necesidad de fortalecer las campañas de información y educación ambiental.

La identificación de categorías específicas, como papel y cartón, plástico y residuos orgánicos, como las más preocupantes, proporciona información valiosa para orientar esfuerzos de gestión y educación ambiental.

La prevalencia de la agricultura como la actividad económica más común, seguida de la industria, refleja la diversidad económica de la comunidad. Esto destaca la importancia de políticas que impulsen un desarrollo equilibrado.

La consideración positiva del compostaje por parte de una parte significativa de la población subraya su potencial como práctica sostenible. Esto sugiere oportunidades para promover y expandir programas de compostaje.

La baja participación en programas de separación de residuos se atribuye en parte a la falta de información. Esto destaca la necesidad de estrategias continuas de educación ambiental para fomentar hábitos responsables y reducir la contaminación.

## 6. RECOMENDACIONES

### Desarrollar Estrategias de Gestión de Residuos Sólidos:

Implementar estrategias efectivas para el manejo adecuado de los residuos sólidos, teniendo en cuenta la cantidad generada por la mayoría de las viviendas.

Explorar opciones de disposición final más sostenibles que reduzcan la dependencia de la recolección y transporte a vertederos.

### Fomentar Prácticas Comerciales Sostenibles:

Trabajar con comercios para adoptar prácticas más sostenibles que minimicen el impacto ambiental.

Promover la reducción de residuos en la fuente y la adopción de embalajes eco amigables.

### Concienciación y Promoción del Reciclaje:

Lanzar programas de concientización para aumentar la comprensión sobre la importancia del reciclaje.

Desarrollar campañas que destaquen la cantidad real de residuos reciclables y fomenten la separación en la fuente.

### Apoyo al Desarrollo Sostenible de la Agricultura:

Implementar políticas que respalden el desarrollo sostenible de la agricultura, reconociendo su papel vital en la comunidad.

Explorar opciones para integrar prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

### Explorar Alternativas de Disposición Final:

Investigar y desarrollar opciones más amigables con el medio ambiente para la disposición final de residuos sólidos, que reduzcan la dependencia de los vertederos.

Fortalecer Campañas de Información y Educación Ambiental:

Reforzar las campañas de información y educación ambiental para aumentar la conciencia sobre la gestión adecuada de residuos.

Dirigirse especialmente al grupo que carece de información sobre programas de recogida selectiva.

Enfocarse en Categorías Específicas de Residuos:

Dirigir esfuerzos de gestión y educación ambiental hacia categorías específicas de residuos identificadas como más preocupantes, como papel y cartón, plástico y residuos orgánicos.

Promover Programas de Compostaje:

Aprovechar la percepción positiva del compostaje para implementar y expandir programas de compostaje a nivel comunitario.

Continuar Estrategias de Educación Ambiental:

Mantener y mejorar estrategias continuas de educación ambiental para fomentar hábitos responsables y aumentar la participación en programas de separación de residuos.

Estas recomendaciones abordan aspectos clave identificados en la encuesta y pueden contribuir a mejorar la gestión de residuos sólidos en Chitaga. Es fundamental la colaboración entre la comunidad, el gobierno local y otras partes interesadas para implementar estas sugerencias de manera efectiva.

## BIBLIOGRAFÍA

Greenwalt, M. (25 de julio de 2018). Three Key Technologies that Make Landfill Operations More Robust. Waste360. recuperado de <https://www.waste360.com/fleets-technology/three-key-technologies-make-landfill-operations-more-robust> Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development Series. Washington, DC: World Bank. Doi:10.1596/978-1-4648-1329-0

Krook, J., Svensson, N. & Eklund, M. (2012). Landfill mining: A critical review of two decades of research. Waste Management , 32 (3), 513-520. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.10.015> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Colombia, 20 años siguiendo la Agenda 21. (J. Sandoval & J. P. Liévano, Eds.).

Montoya, A. H. & et. al. (2018). Valoración de los residuos sólidos de la Comuna Dos de Bello (Antioquia), como sistema alternativo de aprovechamiento. Cuaderno Activa, (10).

Montoya, R. A. F. (2012). Caracterización residuos sólidos. Cuaderno Activa, (4), 67-73. Naciones Unidas. (2002). Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo (Sudáfrica), (26 de agosto a 4 de septiembre de 2000), A/CONF.199/20\*. Naciones Unidas.

OIT-UIA. (2020). El futuro del trabajo en el mundo de la Industria 4.0 . Organización Internacional del Trabajo.

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2008). Directiva 2008-98-CE. Recuperado desde <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj>

PNUMA. (2014). Convenio de Basilea sobre el control y los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación . Naciones Unidas. Recuperado desde <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/3196.pdf>

Ramos, G. P. (8 de mayo de 2020). Una tecnología equivocada, el problema del Relleno Sanitario Doña Juana. UN Periódico Digital, Tomado de <https://cutt.ly/ScgqUDM>

Riechmann, J. (2010). Entropía, recursos naturales y economía ecológica. *Review of Scientific Instruments*, (53). Recuperado desde <https://cutt.ly/ila3wcK>

Robin, R. J., Salvador, A. M., Karen, P. & Michael, J. P. (2003). The Determinants

of Household Recycling: A Material Specific Analysis of Recycling Program Features and Unit Pricing. *Resources for the Future. Journal of Environmental Economics and Management*, 45 (2), 26. doi:[https://doi.org/10.1016/S0095-0696\(02\)00054-2](https://doi.org/10.1016/S0095-0696(02)00054-2)

Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. El Tiempo Casa Editorial.

Segura, V. S. C. & Jaimes, M. S. (2016). Análisis de caso en la generación de residuos sólidos domiciliarios y sus determinantes en el departamento de Antioquia 2007-2013 [Tesis de maestría, Universidad de la Salle]. Recuperado desde <https://ciencia.lasalle.edu.co/economia/107>

Suescún, E. J. (2020). De la cuarta revolución urbana a la cuarta revolución industrial: desafíos alrededor de la problemática ambiental de la calidad del aire para Medellín y el Valle de Aburrá. *Trilogía, ciencia, tecnología y sociedad*, 12 (22), 7-14.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2018). Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos - 2017. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Tansey, R. & Zacune, J. (2015). Amigos de la tierra. Amigo de la Tierra

## ANEXOS

### Anexo A Formato preguntas

#### **¿Cuál es el peso promedio de los residuos sólidos generados por día?**

Menos de 1 kg

Entre 1 kg y 5 kg

Entre 5 kg y 10 kg

Más de 10 kg

#### **¿Cuál es la fuente principal de los residuos sólidos?**

Hogares

Comercios

Industrias

#### **¿Qué porcentaje de los residuos sólidos generados se considera reciclable?**

Menos del 25%

Entre 25% y 50%

Entre 50% y 75%

Más del 75%

#### **Clasificación de Residuos por Categorías:**

Papel y cartón

Vidrio

Plástico

Metales

Materia orgánica

Residuos peligrosos

Origen de los Residuos Sólidos

#### **¿Cuál es la principal actividad económica en su área?**

Agricultura

Industria

Comercio

Servicios

#### **¿Qué prácticas se siguen para la disposición final de los residuos sólidos?**

Enterramiento

Incineración

Recolección y transporte a vertederos

Reciclaje

Compostaje

Gestión de Residuos Sólidos

**¿Existe un programa de recogida selectiva de residuos en su área?**

Sí

No

No estoy seguro

**¿Participa en programas de separación de residuos o reciclaje?**

Sí

No

No estoy seguro

Esta encuesta se realizó en 57 viviendas en el área urbana del municipio de Chitaga.

## Anexos B Registro fotográfico



Manejo de reciclaje



Manejo de residuos solidos



Disposición de residuos



Separación de residuos en la vivienda