

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL MODELO ACTUAL DE
GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN BOGOTÁ Y ANÁLISIS MULTICRITERIO
DE ALTERNATIVAS**

MARÍA ALEJANDRA AWAZACKO ASTORQUIZA

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2014**

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL MODELO ACTUAL DE
GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN BOGOTÁ Y ANÁLISIS MULTICRITERIO
DE ALTERNATIVAS**

MARÍA ALEJANDRA AWAZACKO ASTORQUIZA

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA
AMBIENTAL**

**Director
JUAN JOSÉ VARGAS OSORIO
Ingeniero Ambiental y Sanitario
MSc. Economía Ambiental**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2014**

Nota de Aceptación

Firma del Director

Jurado 1

Jurado 2

Bogotá D.C. Diciembre de 2014

*Lejos en cielo dos de mis ángeles están cubiertos de tranquilidad
su vida fue un acto de bondad
Y en mi corazón siempre estarán*

Isabela Astorquiza y Martin Awazacko

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por ser quien me permite finalizar una etapa más en mi vida y poder construir con él un camino de felicidad y sueños

A la mujer que amo, mi inspiración y mi bendición a ese ser que me enseñó a ser mujer a ti mamá Myriam Astorquiza

A ti padre Héctor Awazacko por ser mi amigo mi confidente mi lector y escritor favorito

A ti hermana Lorena Oviedo por ser la luz de felicidad para mi vida

A ti tía Gloria Astorquiza por darme tu apoyo incondicional

Al Ingeniero Juan José Vargas por ser el instructor del sabio conocimiento quien con su dedicación y tiempo hizo que esto fuese una realidad

A la Universidad Santo Tomas por ser la claustró de conocimiento y saber

A los funcionarios de la Unidad Especial de Servicios Públicos de Bogotá por la colaboración

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	12
1.INTRODUCCIÓN	13
2.OBJETIVOS	14
2.1.Objetivo General	14
2.2.Objetivos Específicos	14
3.MARCO CONTEXTUAL	15
3.1.Ubicación geográfica	15
3.2.Clima	15
3.3. Población	15
4. MARCO TEÓRICO	16
4.1. Evaluación de Impacto Ambiental	16
4.1.1. Definición de EIA	16
4.1.2. Metodologías para la EIA	16
4.2. Gestión Integral de Residuos Sólidos	17
4.2.1. Definición de Gestión Integral de Residuos Sólidos	17
5. MARCO LEGAL	18
5.1 Marco Normativo Nacional	18
6. MARCO INSTITUCIONAL	22
7. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	24
FASE 1: INVESTIGACION DOCUMENTAL	24

7.1.1. DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS RSU EN COLOMBIA	24
7.1.1.1. Antecedentes de estudio de la producción, caracterización y manejo de residuos sólidos	24
7.1.1.2. Gestión de residuos sólidos urbanos	28
7.1.1.2.1. Generación	28
7.1.1.2.1.1. Composición	30
7.1.1.2.2. Presentación y Almacenamiento	31
7.1.1.2.3. Recolección	31
7.1.1.2.3.1. Servicio público de aseo	32
7.1.1.2.3.2. Aspectos técnico operativos del servicio de aseo	32
7.1.1.2.3.2.1. Indicadores básicos sectoriales	32
7.1.1.2.3.2.1.1. Cobertura de Barrido	32
7.1.1.2.3.2.1.2. Frecuencia de Barrido	32
7.1.1.2.3.2.1.3. Frecuencia de Recolección	33
7.1.1.2.3.2.2. Demanda del servicio	33
7.1.1.2.4. Valorización y Aprovechamiento	34
7.1.1.2.5. Transporte	35
7.1.1.2.6. Disposición final	35
7.1.2. DIAGNOSTICO GENERAL DE RSU EN BOGOTÁ D.C.	37
7.1.2.1. Gestión de RSU	37
7.1.2.1.1. Generación	37
7.1.2.1.1.1. Composición	38

7.1.2.1.2. Presentación y Almacenamiento	38
7.1.2.1.3. Recolección.....	38
7.1.2.1.4. Valorización y Aprovechamiento.....	39
7.1.2.1.4.1. Número y distribución de recicladores	39
7.1.2.1.4.1.1. Modalidad de actividad	40
7.1.2.1.4.2. Sitios de recolección.....	40
7.1.2.1.4.3. Sitios de venta de recursos reciclables recolectados	40
7.1.2.1.4.4. Tipo y cantidad de recursos reciclables recolectados	40
7.1.2.1.4.5. Planta de Aprovechamiento la Alquería.....	40
7.1.2.1.5. Transporte	41
7.1.2.1.6. Disposición final.....	41
7.1.2.2. Servicio público de aseo.....	42
7.1.2.2.1. Componentes del servicio de aseo	42
7.1.2.2.1.1. Servicio Ordinario de Aseo	43
7.1.2.2.1.1.1. Características de la Prestación del Servicio Ordinario de Aseo.....	43
7.1.2.2.1.2. Servicio Especial de Aseo	44
7.1.2.3. Esquema Actual de Prestación del Servicio Público de Aseo	45
7.1.2.3.1. Recolección.....	45
7.1.2.3.2. Ruta Selectiva de Material Separado en la Fuente	45
7.1.2.3.3. Micro rutas.....	45
7.1.2.3.4. Macro rutas	45

7.1.2.3.5. Disposición final y tratamiento	46
7.1.2.3.5.1. Relleno Sanitario Doña Juan	46
7.1.2.4. Población y cobertura.....	47
7.1.2.4.1. Proyección de la población	47
7.1.2.4.2. Cobertura	47
7.2. FASE 2: Uso de la Técnica Difusa para la EIA	48
7.2.1. Identificación de Factores Ambientales	48
7.2.1.1. Medio Abiótico	49
7.2.1.2. Medio Biótico	56
7.2.1.3. Medio Socioeconómico y Paisajístico:	61
7.2.2. Identificación del conjunto de acciones.....	69
7.2.3. Identificación de los impactos	69
7.2.4. Determinación de la importancia difusa de los impactos ...	75
7.2.5. Análisis de la Magnitud.....	77
7.2.6. Impacto Ambiental Total	80
7.3. FASE 3: Análisis de resultados	81
7.4. FASE 4: Propuesta multicriterio de alternativas.....	82
8. CONCLUSIONES.....	86
9. RECOMENDACIONES	92
10. BIBLIOGRAFIA	93

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Marco Normativo Nacional	18
Tabla 2. Niveles de complejidad de acuerdo con la cantidad de habitantes de cada municipio.....	25
Tabla 3. Residuos presentados al servicio público de aseo a nivel nacional	28
Tabla 4. Composición porcentual de los residuos sólidos en Colombia	31
Tabla 5. Demanda del servicio (No.de toneladas mensuales recolectadas)	33
Tabla 6. Tipo y cantidad de recursos reciclables recolectados.....	40
Tabla 7. Proyección de Residuos para Disposición final y Tratamiento.	41
Tabla 8. Características generales de la prestación del servicio.	44
Tabla 9. Resume de Factores Ambientales.....	68
Tabla 10. Resume de Acciones.....	69
Tabla 11. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales	70
Tabla 12. Matriz de Importancia de Impactos.....	76
Tabla 13. Rangos de Calidad Ambiental	77
Tabla 14. Función de transformación utilizada para la calidad ambiental	78
Tabla 15. Matriz de Magnitud de Impactos.....	79
Tabla 16. Resumen de Impactos Totales	80
Tabla 17. Modelo General de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.....	85

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Instituciones Gubernamentales	22
Ilustración 2. Presentación de residuos por ciudades	29
Ilustración 3. Presentación de residuos por ciudades	29
Ilustración 4. Presentación de residuos por ciudades	30
Ilustración 5. Distribución de tipo de sistema de disposición final en Colombia 2013.....	35
Ilustración 6. Distribución de toneladas /día en relación con los municipios atendidos por tipo de sistemas 2013	36
Ilustración 7. Volumen de Lixiviados Mensuales Año 2012	50

TABLA DE FOTOGRAFIA

Fotografía 1. Vehículo para el uso de recolección y transporte de RSU	26
---	----

ABREBIATURAS

CRA. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
DAPD. Departamento Administrativo de Planeación Distrital
EAAB. Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá
EIA. Evaluación de Impacto Ambiental
IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
MADS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo
MDL. Mecanismo de Desarrollo Limpio
NAMA. Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada
PGIRS. Plan de Gestión integral de Residuos Sólidos.
PMIRS. Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos.
POT. Plan de Ordenamiento Territorial
RAS. Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
RBL. Recolección, Barrido Y Limpieza
RSU. Residuo Sólido Urbano
RSDJ. Relleno Sanitario Doña Juana
RUPS. Registro Único de Proponentes
SDA. Secretaria Distrital de Ambiente.
SGRS Sistema General de Residuos Sólidos
SINA. Sistema Nacional Ambienta.
SSPD. Superintendencia de Servicios Públicos
SUI. Sistema Único de Información
UIP. Unidad de Importancia
UESP. Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos de Bogotá.

RESUMEN

La generación de residuos sólidos urbanos (RSU), está relacionada con el crecimiento demográfico y la necesidad del desarrollo social y económico, una de las problemáticas es la disposición final efectiva de dichos elementos sin afectar al ambiente y la población.

Bogotá D.C. es una de las ciudades más grandes y pobladas de América Latina, cuenta con un manejo de residuos sólidos que consiste únicamente en la recolección, transporte y disposición final en relleno sanitario, este último en el mejor de los casos; involucra proyectos de reciclaje que combina la valorización económica y aprovechamiento de los residuos sólidos permitiendo lograr una menor demanda de energía y extensión de la vida útil del sitio de disposición final.

El presente trabajo plantea una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del modelo actual de gestión de residuos sólidos en Bogotá D.C. durante el primer semestre del año 2014, por medio de la técnica difusa. El uso de la Metodología Difusa para la EIA permite estimar cuantitativa y cualitativamente los impactos ambientales, además define de una manera más adecuada conceptos vagos tales como impacto leve o impacto moderado; permite representar la incertidumbre de las predicciones efectuadas en la evaluación. Asimismo, la metodología difusa abarca varias metodologías convencionales para el análisis de impacto ambiental.

De igual forma, se presentará un análisis de alternativas para la gestión de los RSU, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la EIA, para concluir y plantear si la gestión actual de residuos sólidos es la más óptima o que se tendría que cambiar para que lo fuera.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como finalidad evaluar los impactos ambientales y sociales del modelo actual de gestión de RSU para la ciudad de Bogotá y proponer una serie de alternativas que permitan mejorar y re evaluar dicha gestión.

De acuerdo con los objetivos propuestos se estable una metodología que se desarrolla en cuatro fases las cuales involucran: una investigación documental, uso de la técnica difusa, análisis de resultados y la propuesta de alternativas.

En la fase 1 o etapa 1, se realiza una investigación documental que abarca un marco legal e institucional y un diagnostico general de los RSU para Colombia y Bogotá. Con el fin de establecer la problemática ambiental y social que se crean entorno a los RSU.

Posteriormente en la fase 2 o etapa 2 se proponen el uso de la técnica difusa como herramienta de evaluación de impactos ambientales; esta técnica propone una valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos que el proyecto presenta en sus diferentes etapas de operación. De manera que esta técnica parte de la identificación de factores ambientales y sociales y acciones del proyecto, sumado a esto se identifica los posibles impactos positivos y negativos del proyecto para así determinar la importancia y la magnitud de dichos impactos. En resumen se estable una matriz de impacto ambiental total que es una evaluación global del proyecto de manejo y gestión de RSU de Bogotá D.C.

Llegado a este punto en la fase 3 o etapa 3 se analizan los resultados con base en las anteriores matrices de importancia y magnitud las cuales concluye que para cada factor ambiental existe un impacto positivo y/o negativo dependiendo de la acción y que de igual forma para cada acción del proyecto hay una relación directa o indirecta con el medio abiótico, biótico o socioeconómico.

Por último en la fase 4 o etapa 4 se plantean una serie de alternativas teniendo en cuenta lo arrojado en la matriz global o matriz de impacto total y en el análisis de resultados, donde se presenta una alternativa diferente para cada RSU generado en la capital.

De igual forma lo que se quiere proponer con el proyecto es que se analice el actual manejo de RSU en la ciudad y se integre la sociedad con el medio en que se constituye y se forja los diferentes proyectos para el desarrollo económico, social y ambiental de la ciudad.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar los impactos ambientales del modelo actual de gestión de residuos sólidos urbanos en Bogotá D.C. por medio de la metodología de técnica difusa y establecer un análisis multicriterio de alternativas para la gestión de estos residuos.

2.2. Objetivos Específicos

- Analizar el modelo actual de gestión de RSU de la ciudad de Bogotá.
- Evaluar los impactos ambientales del modelo actual de gestión de RSU de la ciudad de Bogotá por medio de la Técnica Difusa.
- Establecer alternativas de gestión de los RSU de la ciudad de Bogotá por medio de un análisis multicriterio.

3. MARCO CONTEXTUAL

3.1. Ubicación geográfica

Bogotá, D.C., Capital de la República de Colombia, está ubicada en la Sabana de Bogotá a los 4° 35' 56" de latitud norte y 74° 94' 51" de longitud al oeste de *Greenwich* sobre la cordillera oriental. Su altura media sobre el nivel del mar es de 2,640 metros y la presión barométrica es de 560 mm de Hg. [1]

El área urbana del Distrito se estima en 420 kilómetros cuadrados, se encuentra dividido territorial y administrativamente en 20 localidades. Antonio Nariño, Barrios Unidos, Bosa, Candelaria, Chapinero, Ciudad Bolívar, Ciudad Kennedy, Engativá, Fontibón, Los Mártires, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Santa Fe, Suba, Sumapaz, Teusaquillo, Tunjuelito, Usaquén, Usme. [2]

3.2. Clima

Bogotá tiene un clima subtropical serrano, este tipo de clima presenta variaciones de temperatura y precipitación según la altitud; la temperatura promedio es de 14.5°C. [1]

En el transcurso del año se presenta las temporadas de invierno (lluviosa) y verano (seca); los meses más secos son diciembre, enero, julio y agosto pero el más cálido es marzo presentando una temperatura máxima de 19.7 °C, sin embargo los meses más lluviosos son abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre con temperatura mínima de 7°C. [1]

3.3. Población

Según el DANE y DAPD, para el año 2005 existía una población total de 6.840.116 personas, compuestas por 3.554.408 mujeres y 3.285.708 hombres. El crecimiento poblacional ha sido de 2,44% anual acumulativo, el doble de la tasa de crecimiento poblacional a nivel nacional. Los hombres crecen a una tasa anual acumulativa del 2,51%, la cual es ligeramente superior a la tasa de crecimiento de las mujeres (2,37%). [2] La tasa de crecimiento de la población de Bogotá ha tenido una tendencia decreciente en cada quinquenio; como se observa en el Anexo 2.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Evaluación de Impacto Ambiental

4.1.1. Definición de EIA

Se define como evaluación de impacto ambiental; al conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el ambiente. Así mismo, la EIA es una valoración de los impactos que se producen sobre el ambiente por un determinado proyecto. [3]

El término evaluación tiene un significado economicista, ya que le otorga un valor a los elementos ambientales, significa incluirlos dentro de los procesos de toma de decisiones estrictamente económicas de los que de otra forma se verán excluidos.

Por consiguiente la EIA es el procedimiento bajo el cual se desarrollan una serie de consultas, estudios técnicos, tramitaciones, informaciones públicas y resoluciones que establecerán finalmente, si un determinado proyecto o plan son susceptibles de ejecutarse y bajo qué condiciones. [3]

4.1.2. Metodologías para la EIA

Existen diversas metodologías para la EIA las más usadas son: **las Listas de Chequeo, el Método de Leopold, el Método de Conesa Fernández-Vitora, el Método Battelle-Columbus, el Método de Transparencias, el Modelo de predicción y Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio o Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la técnica difusa complementada con el análisis multicriterio.**

El método de elección para evaluar el impacto ambiental, está en selección adecuada del método más apropiado para las necesidades específicas de cada proyecto. Las características relevantes para emplear algún método anteriormente descrito deben adoptar las siguientes particularidades:

- Deben ser adecuados a las tareas que hay que realizar como la identificación de impactos o la comparación de opciones.
- Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales de equipo evaluador y sus sesgos.
- Ser económicos en términos de costos y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.

Las metodologías no proporcionan respuestas completas a todas las preguntas sobre los impactos de un posible proyecto, además que deben seleccionarse a partir de una valoración apropiada producto de la experiencia profesional y con

la aplicación continuada de juicio crítico sobre los insumos de datos y el análisis e interpretación de resultados. [3]

Estas metodologías descritas se pueden ver en el complemento de los métodos en el Anexo 3.

4.2. Gestión Integral de Residuos Sólidos

4.2.1. Definición de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costo, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables. [4]

5. MARCO LEGAL

5.1 Marco Normativo Nacional

Existe políticas gubernamentales que fomentan la protección del ambiente pero la actuación directa de la población pone en conflicto el cumplimiento de las mismas y promueven la creación de leyes, decretos, resoluciones entre otros, para cada una de los componentes asociados a salvaguardar el equilibrio de los ecosistemas; es por consiguiente que el Estado en vista de ello a reglamentado cada uno de los impactos directos e indirectos que el hombre trae consigo frente a su desarrollo social y económico como la generación de residuos sólidos urbanos, contaminación auditiva y del aire, y contaminación hídrica.

A continuación se observa en la Tabla 1 el marco normativo para los residuos sólidos urbanos –RSU A nivel nacional.

Tabla 1. Marco Normativo Nacional

NORMA	DEFINICIÓN
Constitución Política de Colombia - 1991	Artículo 79. trata de que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. [5]
	Artículo 80. Habla que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. [5]
Decreto Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales que en su Título III alude al manejo residuos, basuras, desechos y desperdicios. [6]
Ley 09 de 1979	Código Sanitario Nacional, en su Título I reglamentaria todo lo relacionado con la recolección, transporte y disposición final de basuras en todo el territorio colombiano. [7]

Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio de Ambiente y se organiza el Sistema Nacional de Ambiente –SINA. [8]
Ley 142 de 1994	Por el cual se estableció la prestación del servicio público domiciliario. [9]
Decreto 605 de 1994	Reglamenta lo establecido en la Ley 142 de 1994 con relación a la prestación del servicio público domiciliario de aseo. [10]
Ley 286 de 1996	El cual modifica parcialmente la Ley 142 de 1994 con relación a la contribución, tarifas y subsidios. [11]
Política para la gestión integral de residuos -1997	Este documento presenta una propuesta que contiene los elementos conceptuales para avanzar hacia la gestión integrada de residuos sólidos en Colombia incluyendo los residuos peligrosos. El documento está conformado por cuatro capítulos: Diagnóstico; Bases; Objetivos y Metas; Estrategias; y Plan de Acción. [12]
Ley 511 de 1999	Por el cual se establece el día del reciclador y el reciclaje. [13]
Resolución 1096 de 2000	Se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS). [14]
Ley 632 de 2000	Esta ley modifica el numeral 24 del artículo 14 de la Ley 142 de 1994 donde incluye otras actividades complementarias al servicio de aseo público como corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas. [15]
Ley 689 de 2001	Por el cual modifica el numeral 15 y 24 del artículo 14 de la Ley 142 de 1994. [16]
Decreto 891 de 2002	Por el cual se reglamenta el artículo 9° de la Ley 632 de 2000 referente al esquema de servicio público de aseo. [17]
Decreto 1713 de 2002	El cual establece normas encaminadas hacia la gestión integral tanto para las personas prestadoras del servicio como de los usuarios y reglamenta la Ley 142 de 1994, Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001. [18]

Decreto 1505 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en relación con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS. [19]
Decreto 1140 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en materia de Sistemas de almacenamiento colectivo de residuos sólidos. [20]
Resolución 1045 de 2003	Metodología para la elaboración de los PGRIS. [21]
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en materia de Disposición final de residuos sólidos. [22]
Resolución 1390 de 2005	Establece directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los sitios de disposición final. [23]
Ley 1259 de 2008	Por medio del cual se insta en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros. [24]
Resolución 1684 de 2008	Por la cual se modifica la Resolución 13901 de 2005 [25]
Decreto 3695 de 2009	Reglamenta lo establecido en la Ley 1259 de 2008 sobre comparendo ambiental. [26]
Resolución 1822 de 2009	Establece las actividades de cierre, clausura y restauración ambiental de las celdas transitorias. [27]
Resolución 1529 de 2010	Por el cual se modifica la Resolución 1684 de 2008 el parágrafo 3 del artículo 1 donde las actividades de cierre, clausura y restauración ambiental no debe superar los 12 meses a partir de la fecha de la resolución. [28]
Resolución 1297 de 2010	Se establecen los Sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores. [29]
Resolución 1511 de 2010	Se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de bombillas. [30]

Resolución 1512 de 2010	Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos. [31]
Decreto 1466 de 2011	Se adiciona un ítem de obligatoriedad y cumplimiento al Decreto 1259 en su artículo 1° para todo el territorio nacional. [32]
Resolución 1890 de 2011	Establece alternativas para la disposición final de los residuos sólidos en los municipios y distritos. [33]
Ley 1672 de 2013	Se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). [34]
Decreto 920 de 2013	Reglamenta al prestador de la etapa de disposición final responsable del relleno sanitario o estación de transferencia a compensar económicamente a los municipios donde se situé estos lugares. [35]
Decreto 2981 de 2013	El cual reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Deroga los Decretos 1713 de 2002, 1140 de 2003 y 1505 de 2003 y el Capítulo 1 Título IV del Decreto 605 de 1994. [4]

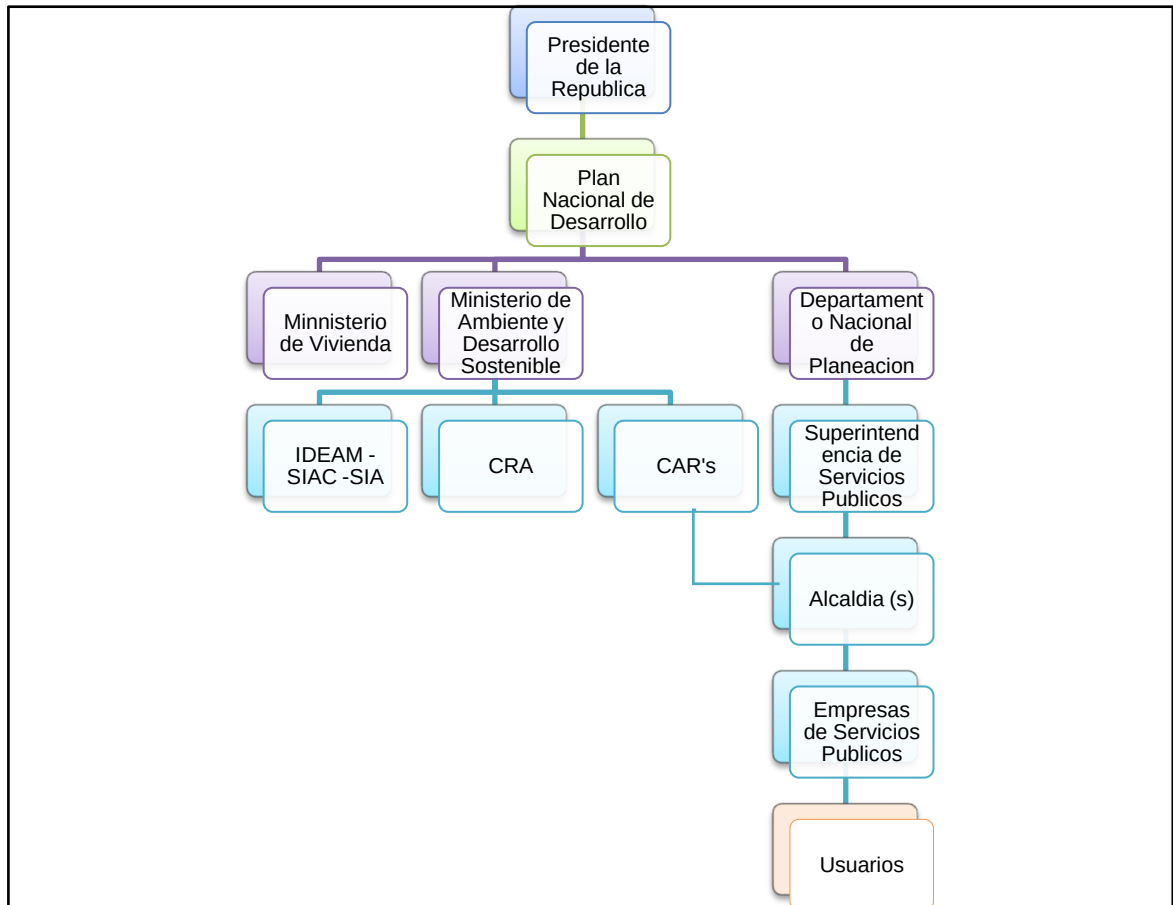
Fuente: La Autora

Para el Marco normativo de Bogotá se encuentra en el Anexo 4.

6. MARCO INSTITUCIONAL

Las entidades públicas que se encargan de la gestión y manejo de los RSU a nivel nacional basado en el RAS del 2000, Título F [14] se observa en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Instituciones Gubernamentales



Fuente: La Autora

La gestión de los residuos sólidos ha sido objeto de numerosa legislación, reglamentación y regulación por parte de las autoridades competentes, sin embargo el lineamiento primordial es desarrollado por el Presidente de la Republica, quien se encarga de promover el Plan Nacional de Desarrollo, este es un documento que brinda estrategias de políticas públicas, su elaboración, socialización, evaluación y seguimiento es responsabilidad directa del Departamento Nacional de Planeación (DNP), y los altos ministerios de la republica. [36]

Sin embargo las entidades encargadas del control y vigilancia dentro de los departamentos y municipios son:

La Superintendencia de Servicios Públicos: el cual es el responsable de verificar el cumplimiento de las leyes y actos administrativos por parte de los prestadores de servicios públicos. [18]

La Corporaciones Autónomas Regionales, de Desarrollo Sostenible y Grandes Centros Urbanos: los cuales deben evaluar, controlar y realizar seguimiento ambiental a los usos del suelo, valorar el desarrollo de los PGIRS y expedir permisos, autorizaciones y sanciones. [18]

No obstante La Procuraduría, La Fiscalía, Las Contralorías, Concejos Municipales y Asambleas Departamentales también ejercen funciones de control.

7. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

FASE 1: INVESTIGACION DOCUMENTAL

7.1.1. DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS RSU EN COLOMBIA

7.1.1.1. Antecedentes de estudio de la producción, caracterización y manejo de residuos sólidos

La gestión de residuos sólidos en Colombia ha presentando cambios legislativos, impulsando así el manejo adecuado de estos, sin embargo la falta de articulación de las normas genera problema entre si.

La producción de residuos por habitante y la composición de los residuos, depende del nivel de desarrollo económico, el cual se relaciona con el nivel de urbanización; es decir que la mayor producción de residuos es generado en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla; pero la información relacionada con la gestión de residuos sólidos es escasa e incompleta, ya que el número de municipios con información valiosa corresponde a 608 municipios de los 1.098 municipios del territorio nacional; sin embargo la información reportada por los municipios y prestadores de las actividades de recolección, transporte, y de disposición final, es buena; pudiendo identificar que [37] Colombia produce aproximadamente 27.500 toneladas/día, alrededor del 41% es decir 11.275 toneladas/día de los residuos sólidos dispuestos es generado por las 4 grandes ciudades. El resto de las capitales generan 5.143 toneladas/día, lo que significa que participan con la misma cantidad generada en Bogotá D.C. El 40.6% restante es decir, 11.165 toneladas/día se genera en los otros 1054 municipios del país. [38]

Por consiguiente, la generación de RSU en Colombia es una de las significativas fuentes de contaminación dentro de las principales capitales, ya que no solo tiene impactos directos e indirectos sobre la calidad de vida de las personas sino el crecimiento desmedido de la población colombiana provoca un aumento significativo de RSU es decir; que de las 32 capitales del país se genera el 65.3% de las toneladas a nivel nacional, no obstante 26 ciudades disponen de manera adecuada 17.065 ton/día y las 6 ciudades de manera inadecuada 263 ton/día; [37] sin embargo, cabe resaltar que en Colombia se encuentran 268 sitios de disposición entre rellenos sanitarios y plantas integrales.

De lo anterior se puede destacar que con relación a la información reportada al SUI, el 61% de las toneladas diarias que dispone el país se produce en Antioquia, Cundinamarca, Atlántico y Valle del Cauca. El 1% lo aportan Amazonas, el Archipiélago de San Andrés y Providencia, Guainía, Guaviare, Vaupés y Vichada. El 38% restante lo disponen los demás departamentos. [37]

En cuanto al manejo de residuos sólidos, es necesario establecer el nivel de complejidad del **PGRIRS** como se observa en la Tabla 2, el cual toma como base lo establecido en el RAS 2000 donde se establece que para todo el territorio nacional existen los siguientes niveles de complejidad de acuerdo con la cantidad de habitantes de cada municipio.

Tabla 2. Niveles de complejidad de acuerdo con la cantidad de habitantes de cada municipio

Nivel de Complejidad	Población en la zona urbana (habitantes)	Capacidad Económica de los usuarios
Bajo	< 2,500	Baja
Medio	2,501 a 12,500	Baja
Medio Alto	12,501 a 60,000	Media
Alto	> 60,000	Alta

Fuente: RAS - Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000.

Para La recolección y transporte de residuos sólidos a nivel nacional existen indicadores que permiten reconocer la efectividad de este servicio como: la frecuencia de prestación de la actividad, la capacidad de recolección y la continuidad del servicio. Todos estos indicadores se encuentran reglamentados por el RAS y la CRA.

Para el servicio de recolección las empresas que prestan el servicio a mercados donde el número de suscriptores está entre 2.501 a 25.000, la capacidad de la flota se concentra principalmente en vehículos de 18 yd³ que equivale a 13.762 m³. Por su parte, el parque automotor de las empresas que atienden entre 25.001 a 80.000 está representado en su mayoría por vehículos de 14 a 17 yd³ (10.7 -13 m³). En el caso de prestadores que atienden entre 80.001 y 200.000 suscriptores, la capacidad de recolección se concentra en la categoría de vehículos de 25 yd³ (19.11m³). [39] Pero en algunos municipios como Viota - Cundinamarca no se cumple esta normativa, como se refleja en la Fotografía 1 donde se usa para esta actividad vehículos inapropiados (volquetas).

Fotografía 1. Vehículo para el uso de recolección y transporte de RSU



Fuente: La Autora

Según un informe de 2003 de la Procuraduría General de la Nación realizada en 28 departamentos, el 63% de los municipios disponen en botaderos a cielo abierto, cuerpos de agua, entierran o incineran sus residuos. El resto, que dice disponer en rellenos sanitarios, desconoce que un buen porcentaje de estas infraestructuras, no cumplen con las normas técnicas y ambientales vigentes. [40]

En otras palabras el comportamiento de la actividad de disposición final de residuos sólidos en Colombia para el año 2011 mejoró, ya que, el 8% de los municipios dejó de utilizar sitios inadecuados es decir que 159 toneladas diarias dejaron de ser dispuestas de manera no apropiadas [37]

Sin embargo para el año 2012 en función del tipo de sitio de disposición final utilizado, se encontró que el 93,48% de las toneladas dispuestas por los prestadores con más de 2.500 suscriptores se entregan en sitios clasificados como rellenos sanitarios; mientras que el 6,09% restante se dispone en plantas de aprovechamiento integral, botaderos a cielo abierto y celdas de contingencia o transitorias. Lo anterior corrobora los grandes avances en materia de disposición final en los prestadores de las ciudades capitales e intermedias que atienden más de 2.500 suscriptores. [39]

Por otra parte, según la “Evaluación NAMA en el Sector de Residuos en Colombia”, la composición de los RSU en el país está distribuida en 54% orgánicos putrescibles, 18% otros, 11% papel, 10% plástico, 5% vidrio y 2% metales. [41]

La composición de los residuos dispuestos en los rellenos sanitarios muestra la predominancia de los residuos orgánicos sobre la masa total de residuos por cuanto presentan tasa más altas de humedad, acidez, los nutrientes y contenido de bacterias. En estas condiciones los sistemas de disposición final bien

diseñados y operados, mediante controles a la dispersión de gases y lixiviados, redes de captura, recolección y aprovechamiento de gases, tienen un importante potencial para lograr beneficios por reducciones de gases efecto invernadero. [42]

La cobertura del servicio público de aseo a nivel nacional se evidenció en los resultados de la encuesta de hogares realizada por el DANE, el promedio del servicio de aseo en los últimos cinco años ha sido del 96.5% en las aéreas urbanas y el 20.4% en zonas rurales, con un crecimiento del 2.54% y del 13.61 respectivamente entre los años 2008-2012. [39]

Los prestadores del servicio público de aseo según el RUPS desde el año 2006 al 2012 ha venido creciendo aproximadamente un 78%, además esto depende de la cantidad de suscriptores de cada municipio, pues se evidencia que los municipios con 25.001 a 80.000 y 80.001 a 200.000 subscritores aumento la oferta de prestadores del servicio y sus actividades (recolección-transporte-barrido-limpieza). [39]

El servicio de aseo sigue siendo objeto de un manejo fundamentalmente urbano y municipalista. En contraste con lo establecido para el sector energético y vial, no se han incluido los rellenos regionales como obras de interés nacional para que no queden sometidos a ordenamientos territoriales que carecen de estrategias de ordenamiento regional. Sólo en los primeros meses del año 2005, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió el Decreto 1220 de 2005 el cual no se encuentra en vigencia, pero buscaba la conformación de rellenos regionales, que reducirían los impactos ambientales sin obligar a los municipios a introducir ajustes en los Planes de ordenamiento territorial que no incluían este tipo de infraestructuras. [38]

Aun así, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de recursos de Crédito Internacional, la cartera ambiental, viene apoyando la construcción, optimización y/o diseño 11 plantas de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos en diferentes regiones del país que benefician a más de 60 municipios, con una inversión de 4800 millones de pesos, por medio del programa Sistema Nacional Ambiental SINA II. [37]

De acuerdo con lo anterior Colombia ha buscado la constante mejora de la calidad de vida, procurando mantener un ambiente sano y fortaleciendo el marco normativo con ello no solo vincula la sociedad y el ambiente sino que fomenta que los sectores privados y públicos generen instrumentos para lograr competencias transparentes y sostenibles. Por esta razón se vincula la institucionalidad del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible junto con las Corporaciones Autónomas y Empresas Prestadoras de Servicios Públicos a promover un marco legislativo nacional.

7.1.1.2. Gestión de residuos sólidos urbanos

En la actualidad la gestión de residuos incorpora dentro de su esquema los siguientes elementos: Generación, Almacenamiento, Recolección, Transporte y Disposición final. La separación en la fuente y el aprovechamiento son componentes excepcionales ya que no se realiza en todo el territorio, razón por la que se tratarán de manera aislada a los demás elementos.

7.1.1.2.1. Generación

Conocer la cantidad real de residuos generados o producidos en el país implicaría contar con sistemas de medición en la fuente de generación (todos y cada uno de los usuarios) y, además, estimar la cantidad de residuos que no son entregados al servicio público de aseo (por aprovechamiento directo, porque se entregan a un tercero o porque el reciclaje informal los toma antes de que sean recolectados por los prestadores) [43] Según la Tabla 3, se observa la cantidad de RSU producidos entre los años 2011 al 2013.

Tabla 3. Residuos presentados al servicio público de aseo a nivel nacional

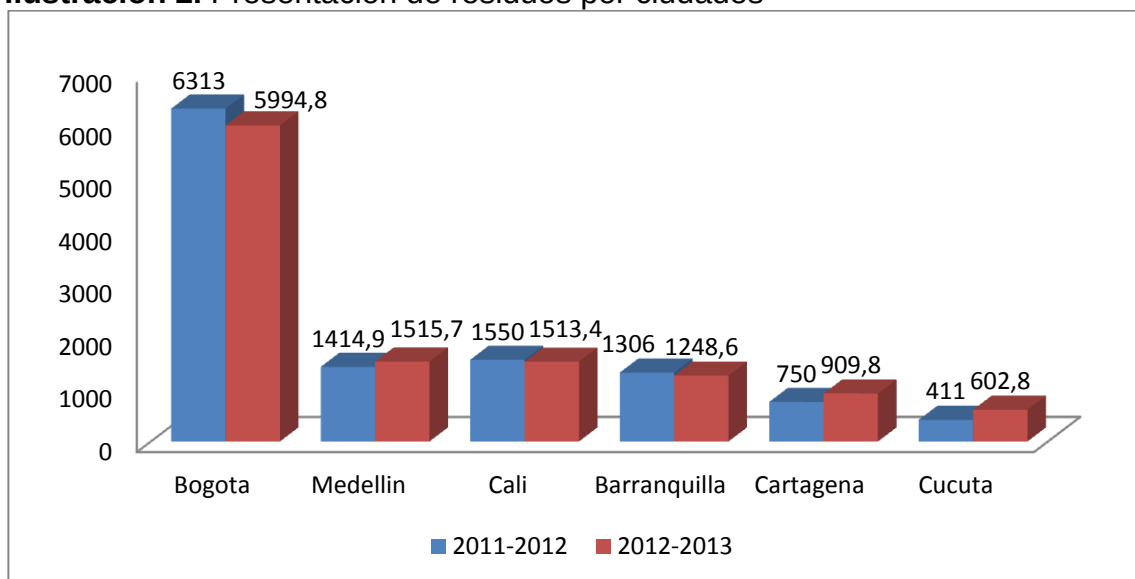
Año	Residuos presentados (Ton/Día)
2011	26,537
2012	24,647
2013	26,726

Fuente: Disposición final de Residuos Sólidos en Colombia 2013

No obstante en las siguientes Ilustraciones 2, 3 y 4 se observan la cantidad de residuos generados y presentados a los prestadores del servicio de aseo en Colombia.

Las poblaciones con más de 1.000.000 habitantes para el año 2011-2013 corresponden a Bogotá D.C., Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Cúcuta. Entre estas, la ciudad con mayor producción es Bogotá.

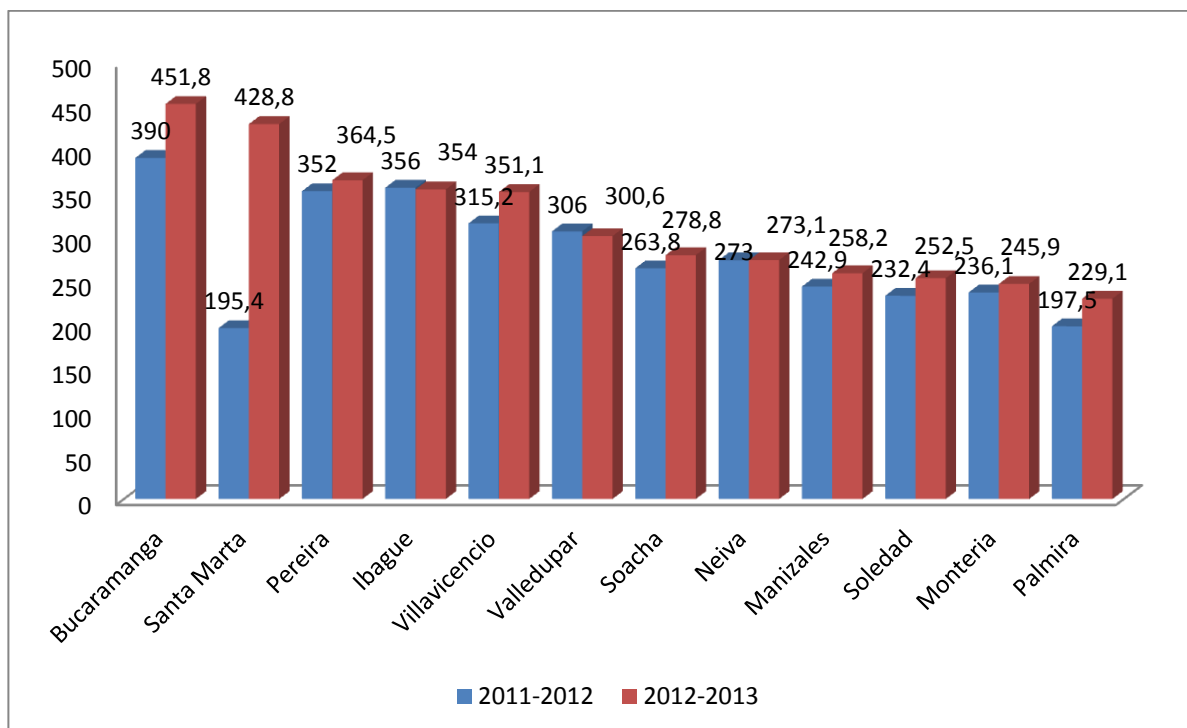
Ilustración 2. Presentación de residuos por ciudades



Fuente: Disposición final de Residuos Sólidos en Colombia, 2013.

Las Poblaciones de entre 50.000 - 1.000.000 Habitantes, la mayor producción se registró en Bucaramanga y Santa Marta.

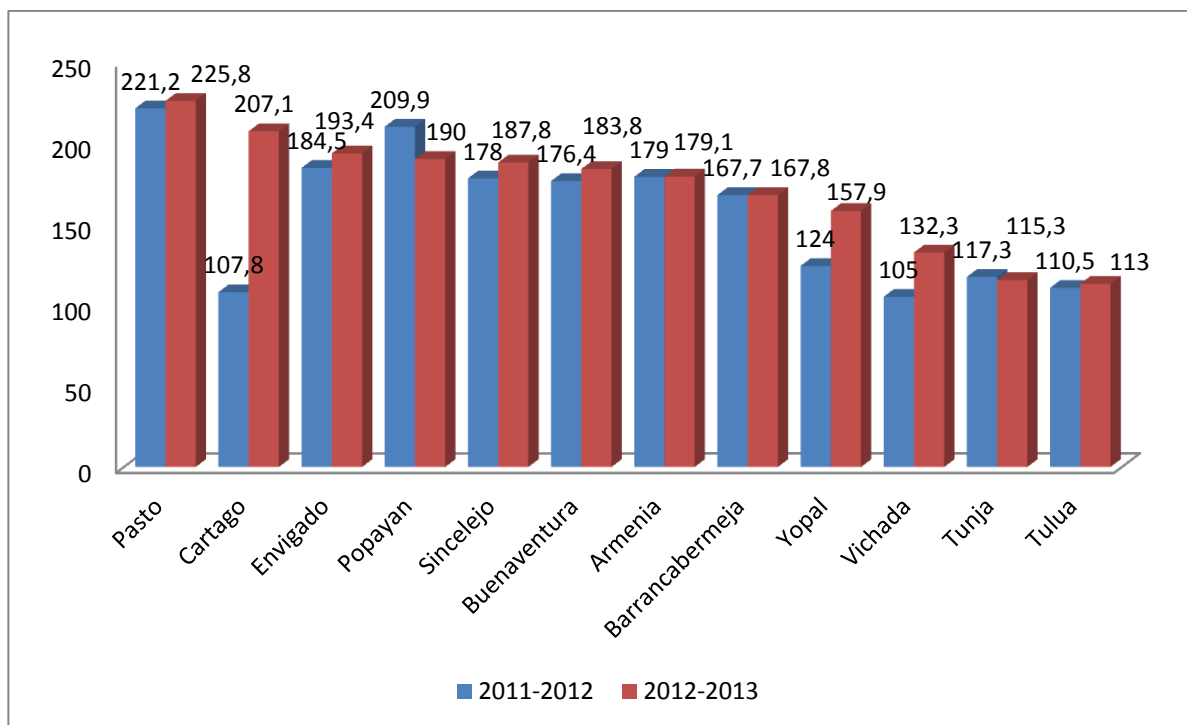
Ilustración 3. Presentación de residuos por ciudades



Fuente: Disposición final de Residuos Sólidos en Colombia, 2013.

Y las ciudades con menos de 50.000 habitantes con mayor producción de residuos fueron registrados en la ciudad de Pasto y Cartago.

Ilustración 4. Presentación de residuos por ciudades

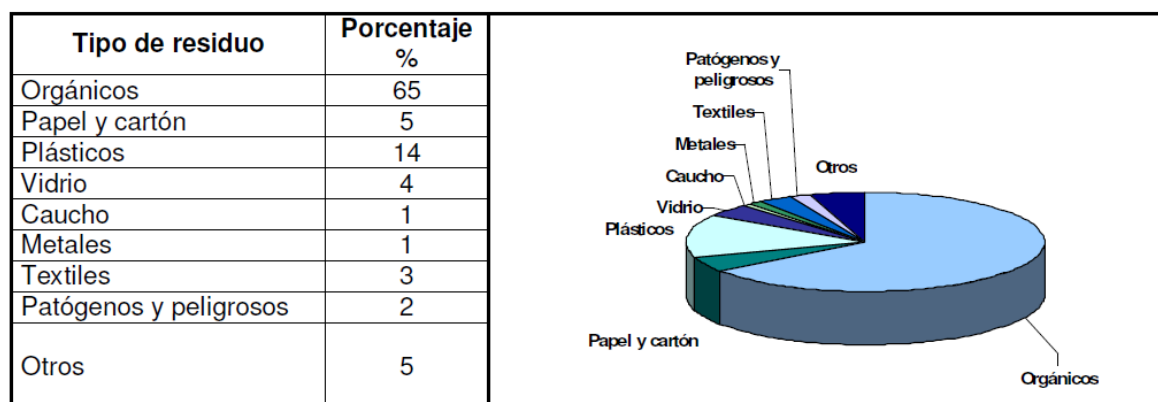


Fuente: Disposición final de Residuos Sólidos en Colombia, 2013.

7.1.1.2.1.1. Composición

La composición de los residuos sólidos, es la determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades. Como se observa en la siguiente Tabla 4, en Colombia el principal componente son los residuos putrescibles cercanos las dos terceras partes (65%) seguido de los orgánicos aprovechables plásticos (14%), el papel y cartón (5%) y el vidrio (4%). [43]

Tabla 4. Composición porcentual de los residuos sólidos en Colombia



Fuente: Disposición final de Residuos Sólidos en Colombia, 2013.

7.1.1.2.2. Presentación y Almacenamiento

La presentación y almacenamiento de los residuos se efectúa en recipientes retornables y en recipientes no retornables (bolsas plásticas de cualquier color y tamaño). De las cuales deben seguir las características expuestas en el Decreto 2981 de 2013 Artículos 18 y 19. [4]

Sin embargo ciudades como Bucaramanga y Bogotá, en los que se ha intentado fomentar la separación en la fuente a través de la segregado de residuos empleando programas de aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos como el uso del código de colores para los recipientes no retornables (bolsa) donde el recipiente de color negro es usado para residuos orgánicos putrescibles y el recipiente de color blanca para residuos aprovechables.

7.1.1.2.3. Recolección

De acuerdo con el Decreto 2981 de 2013 Capítulo III se establece la recolección y transporte como actividades desarrolladas por las entidades prestadoras del Servicio Público de Aseo. Instaura en los Artículo 27- Recolección separada, Artículo 28- Requisitos de la actividad de recolección, Artículo 29- Sistemas de recolección, Artículo 31- Establecimiento de macro rutas y micro rutas y el Artículo 37- Características de los vehículos de recolección y transporte de residuos sólidos. [4]

No obstante en Colombia la recolección es efectuada por empresas de carácter público y de carácter privado esto dependerá de las decisiones de los gobernantes de cada municipio. Pero las entidades que efectúen esta actividad deben suministrar la cantidad de residuos que recogen y transportan ante la plataforma

del SUI donde se le informa a la comunidad que entidades están a cargo de la prestación de este servicio.

7.1.1.2.3.1. Servicio público de aseo

El servicio de aseo público se entiende como el servicio de recolección de residuos, principalmente sólidos, incluye actividades de barrido, limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final además actividades complementarias de transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

En Colombia el servicio de aseo está contemplado como un servicio público domiciliario más, dentro del Decreto 2981 de 2013. En tal sentido, se previó que las tarifas por prestación de este servicio estarían sometidas al régimen tarifario y las metodologías que diseñen las comisiones de regulación. Se entiende así mismo la existencia de un control de precios en este mercado.

De acuerdo con la definición dada por el anterior Decreto, el servicio de aseo comprende la actividad de recolección de residuos sólidos, las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos y otras actividades entre las que se encuentran el corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas, lavado de estas áreas, transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

7.1.1.2.3.2. Aspectos técnico operativos del servicio de aseo

7.1.1.2.3.2.1. Indicadores básicos sectoriales

A continuación se presenta un análisis comparativo de los indicadores de calidad y cobertura para los componentes de barrido y demanda. La continuidad del servicio se evaluó en términos de las frecuencias de recolección y frecuencia de barrido.

7.1.1.2.3.2.1.1. Cobertura de Barrido

Según los datos del Anexo 5, la cobertura de barrido oscila entre el 73% a 100% de acuerdo a la muestra de los 99 prestadores del servicio de aseo para vías pavimentadas en su respectivo municipio.

7.1.1.2.3.2.1.2. Frecuencia de Barrido

En la Anexo 6, se presentan las frecuencias de barrido residencial bajo los mismos parámetros del análisis de cobertura de barrido. Este indicador se encuentra típicamente entre un rango de 2 y 3 veces por semana dependiendo de las necesidades del centro poblado. [44]

7.1.1.2.3.2.1.3. Frecuencia de Recolección

Los datos establecidos en el Anexo 7, se presentan los valores promedio de la frecuencia de recolección residencial para los diferentes tipos de prestadores en los diferentes rangos de suscriptores. Al igual que la frecuencia de barrido, ésta se encuentra típicamente entre valores correspondientes a 2 y 3 veces por semana y la normatividad nacional no establece valores estándar para el indicador puesto que éste debe ajustarse y optimizarse de acuerdo con las necesidades de la población servida . [44]

7.1.1.2.3.2.2. Demanda del servicio

Los datos presentados en la Tabla 5, corresponden a los promedios generados a partir de la muestra de las 99 empresas prestadoras del servicio de aseo, clasificadas por sector empresarial y por rango de suscriptores. [44]

Tabla 5. Demanda del servicio (No.de toneladas mensuales recolectadas)

RANGO DE SUSCRIPTORES	AÑO 2002			AÑO 2005		
	PROMEDIO DE RESIDUOS RECOLECTADOS (Ton/mes)			PROMEDIO DE RESIDUOS RECOLECTADOS (Ton/mes)		
	MIXTA	OFICIAL	PRIVADA	MIXTA	OFICIAL	PRIVADA
<2,500	-	150	68	-	309	64
2,500-25,000	833	668	688	1150	823	808
25,000-80,000	1008	3229	4310	3694	2967	4219
80,000-400,000	-	5240	19590	-	5562	16251
>400,000	-	41899	42020	-	40124	52500
Total Promedio	3681	124805	230453	8537	118560	245948

Fuente: Estudio Sectorial de Aseo, 2006.

7.1.1.2.4. Valorización y Aprovechamiento

Según el Capítulo I del Artículo 2 del Decreto 2981 de 2013 se presenta la definición, la cual es:

Aprovechamiento: Es la actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje. [4]

De la definición se concluye que el aprovechamiento es la acción que hace parte del manejo integral de gestión de RSU, no obstante el MADS plantea estrategias que ayudan a optimizar el aprovechamiento de algunos de los RSU generados por los usuarios como los planes pos consumo con el fin que sean sometidos a sistemas de gestión diferencial y evitando la disposición final en relleno sanitario se realice de manera conjunta con los demás residuos de origen doméstico. Así pues los planes pos consumo se desarrollan para los residuos de plaguicidas, medicamentos, baterías plomo ácido, pilas y/o acumuladores, llantas, bombillas y computadores.

No obstante los planes pos consumo son una estrategia de la gestión de RSU sino que además hace parte la responsabilidad extendida del producto -REP para los residuos RAEE el cual se define como *“un principio político para promover la reducción de los impactos ambientales de sistemas de productos durante el ciclo de vida completo mediante la extensión de las responsabilidades del fabricante de un producto hacia varias etapas del ciclo de vida del mismo, en especial hacia la retoma, el reciclaje y la disposición final”* [45].

El aprovechamiento de los RSU lo realizan personas por fuera del esquema actual de servicio de aseo, esta actividad se conoce como recuperación de residuos. Sin embargo y de acuerdo con el Decreto 2981 de 2013 el Capítulo VIII los Artículos 82, 83 y 84 describen los propósitos del aprovechamiento, las características de los residuos sólidos para el aprovechamiento y como debe ser el almacenamiento de dichos materiales. [4]

De acuerdo con lo anterior esta actividad se dedican las personas denominadas recicladores de oficio, que desde 1986 se constituyó el ANR la cual, es la Asociación Nacional de Recicladores donde se reconoce esta actividad como parte fundamental de la gestión de RSU para todo el territorio.

Sin embargo la cadena del reciclaje en su eslabón primario incorpora el trabajo de 50.000 trabajadores directos en todo el país, de los cuales 7.137 son asociados y 17.789 independientes. [46]

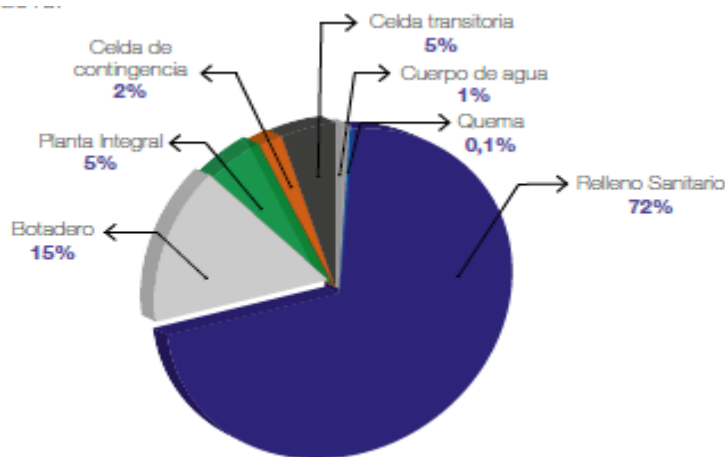
7.1.1.2.5. Transporte

Con relación al transporte, el Decreto 2981 de 2013 Artículo 37 estipula las características de los vehículos de recolección y transporte de residuos sólidos, los cuales deberán ser motorizados y estar claramente identificados, deberán corresponder a la capacidad y dimensión de las vías públicas, entre otras. No obstante, en algunos casos las especificaciones establecidas por la normatividad no se cumplen cabalmente, pues para algunos municipios no resulta posible adquirir este tipo de vehículos por los elevados costos en los que incurrirían. [4]

7.1.1.2.6. Disposición final

En lo relativo a la disposición final, en la Ilustración 5, se presenta de manera general, la distribución por tipo de sistema de disposición final. Observando que el 72% de los municipios (789) se encuentra disponiendo en rellenos sanitarios, el 15% en botaderos (163), el 5.2% en planta integral (57), el 4.6% en celda transitoria (51), el 2% en celda de contingencia (27), el 1% en cuerpos de agua (14) y el 0.1% quema los residuos. [43]

Ilustración 5. Distribución de tipo de sistema de disposición final en Colombia 2013



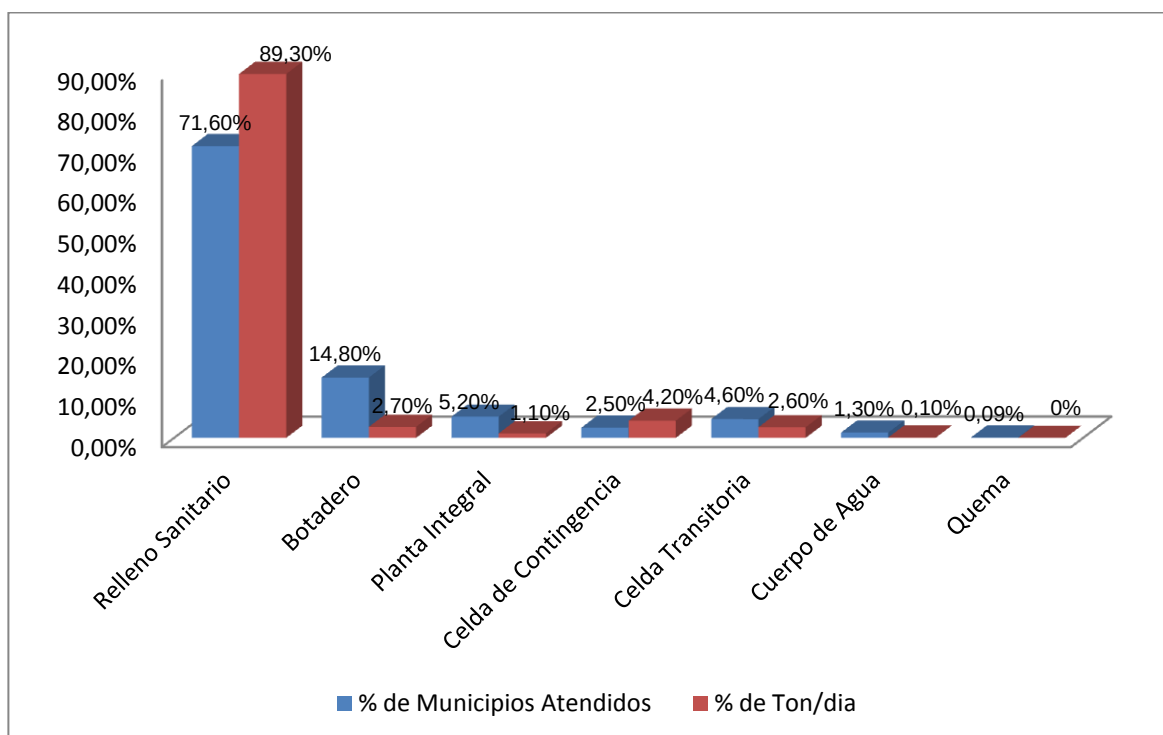
Fuente: Disposición final de Residuos Sólidos en Colombia, 2013.

En otras palabras para el año 2013 los sitios que se consideran adecuados para la disposición final (relleno sanitario, planta integral y celda de contingencia), el 79.2% de los municipios es decir 873 realiza una disposición adecuada de sus residuos, mientras el 20.8% o sea 229 de los municipios se encuentra disponiendo sus residuos inadecuadamente.

De acuerdo con el Informe de Disposición Final 2012 de la superintendencia de servicios públicos, la disposición final adecuada se realizaba en el 77.7% de los municipios (856), con lo que se observa un pequeño aumento (sólo 17 municipios de 246 posibles, han cambiado su estado de disponer en sitio inadecuado a disponer en sitio adecuado).

En la Ilustración 6, se presenta la distribución de residuos recibidos en ton/día y el número de municipios servidos por tipo de sistema de disposición final: El 71.6% del total de municipios, entrega el 89.3% del total de residuos a rellenos sanitarios; por su parte, el 14.8% del total de municipios, entrega el 2.7% del total de residuos a botaderos. Además, el 5.2% del total de municipios, entrega el 1.1% del total de residuos a plantas integrales [43]

Ilustración 6. Distribución de toneladas /día en relación con los municipios atendidos por tipo de sistemas 2013



Fuente: Disposición final de Residuos Sólidos en Colombia, 2013.

7.1.2. DIAGNOSTICO GENERAL DE RSU EN BOGOTÁ D.C.

7.1.2.1. Gestión de RSU

La Gestión forma parte del Manejo Integral de Residuos Sólidos según el Decreto 312 de 2006. Para que el PMIRS funcione dentro de la ciudad, sea articulado con los otros planes como el POT y el PGIRS; los cuales son planes que fomentan el crecimiento de la ciudad brindando, no solo principios que orienta la gestión pública, sino que incentiva la ciudadanía a una armonía con el ambiente.

Según el Decreto Distrital No. 619 de 2000 el concepto de “manejo integral de residuos sólidos”, señala que las responsabilidades son públicas, privadas, comunitarias, de los individuos y de los usuarios del servicio público de aseo que se derivan de las normas, deben estar acompañadas de las voluntades ciudadanas que se originan en el aprendizaje, conocimiento y el respeto por lo público o colectivo. [47]

No obstante hablar de Manejo Integral de los Residuos Sólidos implica tratar de establecer la relación del SGRS y Servicio Público de Aseo de Bogotá.

Por tanto el SGRS incorpora y relaciona varios componentes: los equipamientos e infraestructuras destinadas al reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos de propiedad privada no vinculadas al servicio público de aseo, el Sistema Institucional que lo soporta los comportamientos de los individuos como usuarios del servicio público de aseo o como usuarios del espacio público, la prestación del servicio público de aseo, las normas legales, reglamentarias, regulatorias y técnicas, las normas de los códigos Nacional y Distrital de Policía sobre las responsabilidades ciudadanas en el manejo de residuos sólidos, entre otros. [38]

Y la prestación del Servicio Público de Aseo constituye el principal componente del SGRS por cuanto se espera una cobertura del 100% en la recolección de residuos ordinarios y espaciales, en la disposición final y tratamiento y porque integra actividades de limpieza en el espacio público compartido por el conjunto de ciudadanos. [18]

7.1.2.1.1. Generación

La generación de RSU es la cantidad real de residuos generados o producidos por los usuarios. No obstante identificar los tipos de usuarios (residencial, comercial e industrial), determinar la cantidad de residuos que no son entregados al servicio público de aseo y otros factores externos generan variación de los datos aportados por los prestadores del servicio de aseo a la ciudad.

Según un informe del año 2011 de UAESP, se identifica el tipo de usuario y la cantidad de residuos aportados al RSDJ, Anexos 8, 9, y 10. En el sector residencial, el promedio de cantidad unitaria de generación de residuos sólidos residenciales en Bogotá es 0,32 kg/persona/día. En el sector comercial el promedio de cantidad unitaria de generación de residuos sólidos comerciales por pequeños productores es 1,36 kg/día/local y en el sector institucional el promedio de cantidad unitaria de generación de residuos sólidos institucional por pequeños productores es 0,60 kg/día/local. [38].

7.1.2.1.1. Composición

A nivel global, los residuos putrescibles son el componente generado en mayor cantidad y constituyen aproximadamente el 60% del total de los residuos sólidos generados en la parte urbana de la Ciudad de Bogotá. Por otro lado, los residuos reciclables (papel y cartón, plásticos, metales y vidrios) ocupan alrededor del 20%. Los residuos peligrosos de generación doméstica corresponden al 13% del total de los residuos sólidos generados, siendo los higiénicos- sanitarios los de mayor cantidad. [38] En el Anexo 11, se muestra la composición de residuos sólidos domiciliarios por estrato socioeconómico.

7.1.2.1.2. Presentación y Almacenamiento

La presentación de los RSU para Bogotá, la gran mayoría de sus usuarios la realiza por medio de bolsas plásticas (recipiente no retornable) de cualquier color y tamaño, y no se discrimina por tipo de residuo.

Sin embargo en los últimos años con la nueva política de Basura Cero Bogotá ha intentado fomentar la separación en la fuente a través de la presentación segregada de RSU empleando el código de colores de recipientes no retornables, donde la bolsa de color negro es para residuos orgánicos putrescibles y bolsa de color blanca para residuos aprovechables. [48]

7.1.2.1.3. Recolección

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 2981 de 2013, la recolección consiste en recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores y se efectúa por la persona prestadora del servicio. Análogamente, establece que esta deberá realizarse a partir de la acera, de las unidades de almacenamiento colectivo o de cajas de almacenamiento. [4]

En Bogotá la recolección es efectuada dualmente una parte la empresa privada y otra la empresa pública con inclusión de población recuperadora. De acuerdo con lo anterior la UAESP expide la Resolución 701 de 2013, en la cual se establece que todo usuario y/o generador de residuos sólidos en el territorio del Distrito

Capital, está obligado a presentar, en espacio público, para la recolección y transporte de la población recicladora de oficio, los residuos sólidos que corresponden a materiales potencialmente reciclables y aprovechables en una bolsa blanca. [49]

Por otra parte la población recicladora será la responsable de la recolección de la bolsa blanca, evitando la rotura de bolsas y garantizando el área limpia, así como avanzar en la armonización de sus rutas, frecuencias y horarios de acuerdo al rango que establece la resolución.

El operador o prestador del servicio de aseo deberá garantizar área limpia con la recolección de los residuos sólidos que se encuentran en el espacio público al momento de realizar su ruta.

7.1.2.1.4. Valorización y Aprovechamiento

De acuerdo con la información de la UAESP existe una Asociación de Recicladores de Bogotá - ARB ESP el cual como su nombre lo indica es una entidad prestadora de servicios públicos donde los recicladores de Bogotá se constituyen como una empresa ante el gobierno permitiendo identificar esta población que reúne aproximadamente 2.111 recicladores en 19 organizaciones locales las cuales trabajan recolectando, transportando y valorizando materias primas. [50]

De acuerdo al estudio “Caracterización de actividades de reciclaje en Bogotá” realizado por UAESP junto con la Universidad de Javeriana entre agosto y diciembre de 2010, [38] se identificó la situación real de recicladores, como se describe a continuación:

7.1.2.1.4.1. Número y distribución de recicladores

El número total de los recicladores de Bogotá D.C. es de 11.109 personas, de las cuales el 31% son mujeres y el 69% restante son hombres. Y las localidades donde se concentran más número de recicladores son Kennedy, Suba y Ciudad Bolívar. [38]

En estas tres localidades se concentran el 38% de recicladores y 45% de las bodegas. La distribución de recicladores por localidad corresponde a la distribución de bodegas, como se observa en el Anexo 12

7.1.2.1.4.1.1. Modalidad de actividad

El 81% de recicladores pertenecen a alguna organización de recicladores, y el 18% no pertenecen a ninguna organización [38] lo que traduce es que trabajan independiente de acuerdo al Anexo 13

7.1.2.1.4.2. Sitios de recolección

El 87% de los sitios de recolección de residuos reciclables de los recicladores son vías públicas seguidas por depósitos de conjuntos residenciales (7%) y depósitos de centros comerciales (2%). [38] Ver Anexo 14.

7.1.2.1.4.3. Sitios de venta de recursos reciclables recolectados

La mayoría de residuos reciclables recolectados por recicladores se venden en bodegas y proporción se vende a empresas ver Anexo 15.

7.1.2.1.4.4. Tipo y cantidad de recursos reciclables recolectados

En promedio un reciclador recolecta 800kg de recursos reciclables por mes. La proporción de recursos reciclables recolectados se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Tipo y cantidad de recursos reciclables recolectados

Papeles	Metales	Plásticos	Vidrios	Otros	Total
36,8%	28,1%	21,9%	11,7%	1,4%	100,0%

Fuente: Proyecto de estudio del plan maestro para el manejo integral de Residuos Sólidos en Bogotá, 2013.

7.1.2.1.4.5. Planta de Aprovechamiento la Alquería

La planta de tratamiento la Alquería está ubicada en la localidad de Kennedy es una infraestructura dispuesta para recepcionar, clasificar, almacenar y comercializar con la industria, el material potencialmente reciclable que se recolecta a través de la Ruta de Recolección.

El Centro de Reciclaje La Alquería pertenece a la Alcaldía Mayor de Bogotá, la cual delegó su administración y operación a la UAESP. Este lugar nace en septiembre de 2006, debido a que en el PMIRS (Decreto 312 de 2006), se estableció la obligatoriedad de construir parques de reciclaje en Bogotá. [51]

Por otro lado, el Centro de Reciclaje La Alquería es la herramienta que tiene el Distrito para dar cumplimiento a la sentencia T 724 de 2003 de la Corte Constitucional, por la cual se generan acciones afirmativas a favor de la población

recicladora de Bogotá en estado de pobreza y vulnerabilidad. Sirve de centro social entre los recicladores y la UAESP, puesto que allí se capacita a esta comunidad, a través de convenios con el SENA. [52]

7.1.2.1.5. Transporte

El transporte de RSU lo realizan 3 empresas de carácter privado y 1 pública.

7.1.2.1.6. Disposición final

Bogotá cuenta con el RSDJ está ubicado al sur de la ciudad, en la zona rural del Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá, en terrenos pertenecientes a la vereda "Mochuelo Bajo" del Municipio anexo de Usme, a 4,5 Kilómetros de su zona urbana. Forma parte de la subcuenca correspondiente a la Quebrada Yerbabuena; el sitio se encuentra entre los 2.715 y 2.800 metros sobre el nivel del mar.

La composición promedio de los residuos que entran al RSDJ es de aproximadamente el 64% son orgánicos y el 36% son inorgánicos, de los cuales plásticos y cauchos ocupan el segundo lugar con el 18.7% y el papel y cartón el tercero con el 8.2% del total de residuos. [1]

Con un promedio de 153.346 toneladas/mes, la vida útil restante es de 45 meses aproximadamente, esto es, hasta el mes de abril del 2008. Esta es la última zona por utilizar en los predios actuales del relleno. [1]

La Tabla 7, muestra proyecciones de la cantidad de RSU que se dispondrán y tratarán hasta el año 2015.

Tabla 7. Proyección de Residuos para Disposición final y Tratamiento.

Año	Población de Bogotá.	Proyección de residuos por PPU (Ton)	PPU (ton/año)	Proyección por crecimiento histórico con reciclaje (Ton)
2005	7.170.008	1.926.086	0,26863	1.889.644,07
2006	7.313.935	1.953.219	0,26705	1.883.975,14
2007	7.460.751	1.980.734	0,26549	1.878.323,21
2008	7.610.514	2.008.637	0,26393	1.872.688,24
2009	7.763.284	2.036.933	0,26238	1.867.070,18
2010	7.919.120	2.065.627	0,26084	1.861.468,97
2011	8.029.174	2.082.043	0,25931	1.855.884,56
2012	8.140.757	2.098.589	0,25779	1.850.316,91
2013	8.253.891	2.115.267	0,25628	1.844.765,96
2014	8.368.597	2.132.077	0,25477	1.839.231,66
2015	8.602.814	2.178.886	0,25328	1.833.713,96

Fuente: Resolución 132 de 2004

7.1.2.2. Servicio público de aseo

El servicio público de aseo descrito por la Ley 689 de 2001 que modifica el artículo 14 de la Ley 142 de 1994 define que el servicio de aseo es la prestación de servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos además realizaran otras actividades complementarias como transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los RSU, [9] de igual forma incluye otras actividades complementarias como corte de césped, poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas, de lavado de vías y áreas públicas.

7.1.2.2.1. Componentes del servicio de aseo

Según el Decreto 1713 de 2002 derogado por el Decreto 2981 de 2013 la prestación del servicio se puede dividir en los siguientes componentes:

Ordinario para recolección, transporte, transferencia, disposición final y tratamiento de residuos sólidos de origen residencial y no residencial y las actividades de barrido y limpieza de vías y áreas públicas. [18]

Especial cuando por la naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso de los residuos, no puedan ser recolectados, manejados, tratados o dispuestos normalmente por la persona prestadora del servicio ordinario. Es el caso de los escombros, los residuos hospitalarios, peligrosos y los lodos. [18]

Así mismo el Artículo 9 de la Ley 632 de 2000, reglamentado por el Decreto 891 de 2002, establece que corresponde a los municipios, asumir la responsabilidad de asegurar la prestación del servicio de aseo, incluido los componentes de recolección, transferencia transporte y disposición final de residuos patógenos y peligrosos. [15]

Son componentes del servicio público de aseo los siguientes:

- ✓ Recolección,
- ✓ Transporte,
- ✓ Barrido y limpieza de vías y áreas públicas,
- ✓ Corte de césped y poda de árboles y lavado de vías y áreas públicas,
- ✓ Transferencia,
- ✓ Tratamiento,
- ✓ Aprovechamiento.
- ✓ Disposición final.

7.1.2.2.1.1. Servicio Ordinario de Aseo

En general, los residuos del servicio ordinario son dispuestos en los rellenos sanitarios sin pre tratamientos o tratamientos especiales, dada la posibilidad de degradación y descomposición. Sin embargo, los residuos residenciales aún son mezclados en los domicilios con residuos peligrosos, lo que demora los procesos de descomposición, aumenta el peso de los residuos domésticos y reduce la vida útil de los rellenos. [38]

En la zona urbana la cobertura se mide en el número de usuarios atendidos sobre el total de generadores domiciliarios existentes con un mínimo de dos frecuencias de recolección de residuos frente a los domicilios según lo establecido por la CRA, si bien estas frecuencias son mayores en algunas zonas de Bogotá.

Por otra parte el barrido de calles, limpieza de espacios públicos y corte de césped de árboles, se manejan frecuencias semanales y mensuales, mientras que la poda de árboles se realiza a solicitud del interesado bajo la supervisión del Jardín Botánico. [38]

7.1.2.2.1.1.1. Características de la Prestación del Servicio Ordinario de Aseo

Las características para la prestación del servicio ordinario de aseo implican el tipo de usuario y los servicios que presta la entidad encargada, como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Características generales de la prestación del servicio.

Actividad	Características generales de prestación
Presentación	Existen tres sistemas de presentación: bolsa plástica (especialmente para sectores residenciales y pequeños productores); Canecas (en conjuntos residenciales y edificios) y contenedores estandarizados (en conjuntos residenciales)
Recolección	Se realiza puerta a puerta (a excepción de algunos sitios que presentan dificultades topográficas o urbanísticas) con una frecuencia de tres veces a la semana para sectores residenciales y pequeños productores, para grandes generadores puede ser diaria dependiendo del volumen generado.
Transporte	Se realiza en vehículos compactadores de 8 a 25 y ³ , ampirolles y volquetas (para residuos de barrido, corte de césped y poda de árboles).
Barrido	El barrido se realiza de forma manual o mecánica dependiendo de las condiciones de las vías. La frecuencia mínima es de dos veces por semana, pero debe ajustarse para garantizar el estado general de limpieza.
Limpieza	Se realiza en vías y áreas públicas no pavimentadas con el despápele y con el lavado de muros, postes y mogadores, retiro de pendones y pasacalles, lavado de puentes peatonales, monumentos, andenes, plazoletas y demás áreas públicas duras.
Corte de césped	Comprende las actividades de corte y bordeado del césped de las áreas verdes de la ciudad y el retiro de los residuos provenientes de esta actividad.
Poda de árboles	Esta actividad se realiza bajo solicitud de los usuarios y previa revisión de la UESP y corresponde a árboles ubicados en áreas públicas.

Fuente: Proyecto de estudio del plan maestro para el manejo integral de Residuos Sólidos en Bogotá, 2013.

7.1.2.2.1.2. Servicio Especial de Aseo

El servicio especial es el relacionado con la recolección, transporte y tratamiento de residuos sólidos que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, no puedan ser manejados, tratados o dispuestos normalmente, a juicio de la entidad prestadora del servicio.

7.1.2.3. Esquema Actual de Prestación del Servicio Público de Aseo

7.1.2.3.1. Recolección

La recolección de residuos se realiza puerta a puerta, sin omisión de ningún domicilio, salvo los casos en que los volúmenes generados o las restricciones de acceso para los vehículos recolectores hagan necesario el sistema de recolección utilizando cajas estacionarias, contenedores, cuartos de depósito temporal dentro de las edificaciones. [38]

La recolección de residuos residenciales se realiza en tres frecuencias semanales y en algunas zonas la recolección se realiza 1 o más veces al día como es el caso del centro de la ciudad. [38]

7.1.2.3.2. Ruta Selectiva de Material Separado en la Fuente

Una de las 2 frecuencia de recolección se destinara a la ruta selectiva de recolección y transporte de material separado en la fuente y transportarlo a los centros o parques de reciclaje a fin de apoyar el Programa Distrital de Reciclaje.

7.1.2.3.3. Micro rutas

Los micros rutas constituyen la forma de atender el servicio domiciliario y tiene clara lógicas operacionales. Su dimensión depende de la capacidad de los vehículos recolectores, de la tecnología utilizada y del volumen de residuos promedio de una zona. El micro ruta es la descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación del servicio de recolección o del barrido manual o mecánico, dentro del ámbito de una frecuencia predeterminada. La capacidad de carga de los vehículos utilizados en la recolección domiciliaria y la calidad y característica de las calles define el trazado y el tamaño de las micro rutas, al igual que la vida útil de los vehículos recolectores. [38]

7.1.2.3.4. Macro rutas

Este es un proceso de organización operativa del servicio público domiciliario que presenta importantes economías de escala si se organizan rutas de transporte mediante vehículos de alta capacidad que trasladan los residuos de las micro rutas al relleno sanitario o a los centros de reciclaje. Este proceso, requiere estaciones de transferencia para evitar el trasbordo de residuos en las vías. [38]

7.1.2.3.5. Disposición final y tratamiento

La ubicación, diseño y construcción de las instalaciones e infraestructuras para la disposición final y el tratamiento de residuos representa un alto costo para la disminución de los impactos ambientales, sociales y sanitarios.

Las normas para estos efectos se encuentran determinadas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, expedido por el Ministerio de Desarrollo denominado RAS 2000. [14]

7.1.2.3.5.1. Relleno Sanitario Doña Juan

El Relleno Sanitario Doña Juana está ubicado al sur de la ciudad, en la zona rural del Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá, en terrenos pertenecientes a la vereda "Mochuelo Bajo" del Municipio anexo de Usme, a 4,5 Kilómetros de su zona urbana. Forma parte de la subcuenca correspondiente a la Quebrada Yerbabuena; el sitio se encuentra entre los 2.715 y 2.800 metros sobre el nivel del mar.

El área del Relleno Sanitario Doña Juana fue seleccionado por:

- Su gran extensión y por ende una capacidad apreciable para recibir basura.
- Cercanía a la Autopista al Llano, lo que asegura una vía arteria con buenas especificaciones y capacidad de recibir alto tráfico automotor.
- Densidad poblacional prácticamente nula (Posterior a la iniciación del Relleno Sanitario, se construyeron viviendas más cercanas)
- Zona de muy baja actividad agrícola.
- Zona con gran espesor de arcilla, que hace presumir una buena impermeabilidad, con bajos costos.
- Volumen considerable de material de cobertura.
- Buena calidad de material de cobertura.
- Factibilidad de recibir residuos peligrosos.

El diseño inicial elaborado, para la CAR, por la firma INGESAM/URS, en 1986, tuvo que ser modificado para la EDIS, en 1988, por la Firma del Ingeniero Sanitario Héctor Collazos, porque los terrenos que adquirió el Distrito Especial de Bogotá, no fueron exactamente los mismos en donde se hizo el diseño original. [23]

La operación del RSDJ se encuentra en el Anexo 16.

7.1.2.4. Población y cobertura

7.1.2.4.1. Proyección de la población

El crecimiento poblacional del distrito capital y la generación de residuos no tiene un aumento proporcional debido a que la oferta de vivienda no crece al ritmo que la demanda, además existen factores que alteran las proyecciones realizadas. Sin embargo, se proyecta una producción de residuos por usuario teniendo en cuenta:

El lugar, la precisión de medir la generación de residuos por habitante varía, ya que un mismo usuario produce residuos en su residencia, en el trabajo o lugar de estudio, de ahí que el generador sea el domicilio en función de la actividad que en él se desarrolle.

El estrato y tipo de actividad, la generación de residuos difiere por estrato socioeconómico y los tipos de actividad: comercial, industrial o de servicios. Oferta y demanda de vivienda, los índices de hacinamiento que se registran en Bogotá con base en la vivienda, dificultan estimar la generación de RSU.

La población estimada para el año 2000 era de 6'437.842 habitantes, de los cuales 2'802,516 pertenecían a los estratos 1 y 2. El 49.6% de esta población se encontraba en situación de pobreza y el 30.45% en pobreza absoluta. [38]

A manera de referencia se proyecta la población a una tasa media de crecimiento de 1.66%, con lo que se calcula una población de 7'919.220 para el año 2010. [38]

7.1.2.4.2. Cobertura

La recolección de los residuos sólidos residenciales para la ciudad está dividida en seis (6) áreas de recolección denominadas: Áreas de Servicio Exclusivo (ASE), cada una de las cuales, a su vez, está subdividida en un determinado número de localidades, como se aprecia el Anexo 17.

La recolección es diurna y nocturna, con 2 frecuencias 3 veces por semana:

- lunes, miércoles y viernes
- martes, jueves y sábado.

Existe una categoría de usuarios de recolección agrupados en unidades habitacionales, conjuntos residenciales o condominios, denominados multiusuario, quienes se caracterizan porque presentan en forma conjunta sus residuos sólidos a la empresa prestadora del servicio.

Adicionalmente, existe la Ruta de Recolección Selectiva que consiste en un sistema por medio del cual se recoge y retira el material potencialmente reciclable presentado por los usuarios del servicio público de aseo. La ruta es prestada una vez por semana por los concesionarios del servicio de aseo a través de micro rutas, adicionales a la recolección de residuos ordinarios, en frecuencias y horarios fijos.

7.2. FASE 2: Uso de la Técnica Difusa para la EIA

El uso de la técnica difusa en cuanto a la evaluación de impactos ambientales para el modeló actual de gestión de residuos sólidos en Bogotá, ayuda a valorar y determinar la incidencia y magnitud de los impactos asociados a esta actividad. No obstante, esto dependerá de la fiabilidad de la base de datos.

Esta metodología parte de una investigación propuesta por el Doctor Luis Alberto García Leyton, en Barcelona sobre la aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de Impactos Ambientales. De acuerdo con lo anterior, se propone una estructura jerárquica de forma de matriz de árbol en donde se considera el sistema ambiental como un todo, el medio (biótico, abiótico, socioeconómico), el factor (aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje, salud, empleo, desarrollo urbano) y sub factor, entendido como la calidad ambiental de cada factor. [53]

7.2.1. Identificación de Factores Ambientales

Entonces el sistema ambiental corresponde a al contexto donde se desarrolla el proyecto se considera un valor total de 100% UIP. Así mismo se dividió entre medio, factor y sub factor que a continuación se describirán con sus valores correspondientes. [53]

Para la descripción del medio: Se plantea una división en biótico, abiótico y socio económico, cada uno de estos corresponde a:

Abiótico: Es el espacio físico con mayor importancia, ya que representa la sostenibilidad de un ecosistema. La calidad del aire, agua y suelo afectará directamente la flora, fauna y al desarrollo del ser humano; por consiguiente corresponderá a un 54% UIP. [53]

Biótico: La fauna y la flora, son los recursos de interacción de un ecosistema, de igual forma su afectación es directa, ya que una alteración de estos puede disminuir y modificar el entorno. La tasa será de un 24% UIP. [53]

Socioeconómicos y paisajísticos: corresponderán al paisaje, salud, empleo y desarrollo urbano, este es un factor clave, ya que incide en el bienestar y calidad de vida de las personas. La UIP será de 22% [53].

Descripción de los factores:

Como anteriormente se había descrito el medio en que se desarrolla cada factor, a continuación describirá el factor correspondiente, teniendo en cuenta, que para cada uno de estos se desarrollaran unos sub factores de calidad y contaminación.

7.2.1.1. Medio Abiótico

- a. Factor Agua 12% UIP:** Para el análisis de este factor se tendrá en cuenta la contaminación a causa del lixiviado generado por los RSU al agua superficial y subterránea teniendo en cuenta los parámetros de calidad del cuerpo de agua del río Tunjuelo y la disponibilidad del recurso.

La contaminación del recurso hídrico es un factor que tendrá en cuenta la contaminación del agua superficial y subterránea generado por los lixiviados que forman los RSU. El lixiviado que se forma durante la generación, recolección, transporte de RSU no es alto, como el que se forma en la disposición final, ya que en esta etapa el RSDJ, somete al lixiviado a un sistema de impermeabilización de fondo, que permiten acumular dichos líquidos para posteriormente llevarlos hacia la planta de tratamiento en el cual se procede a su depuración. [54]

Según Acurio (1998) en países en vía de desarrollo los costos de operación de un relleno sanitario para el tratamiento de lixiviados varían de 3 a 10 dólares por litro mientras que en países desarrollados el costo promedio es de 30 dólares por litro; dicha diferencia se traduce principalmente en que en los países de nuestra región no tratan ni contienen adecuadamente los lixiviados, siendo éstos infiltrados en los suelos o vertidos en corrientes superficiales en su condición inicial, generando así grandes focos de contaminación. [54] Se puede decir entonces, que los lixiviados de los rellenos sanitarios de los países en desarrollo presentan concentraciones mayores de DBO, amoníaco, metales y sustancias precipitables que aquellos de países desarrollados. Esto tiene importantes implicaciones para la operatividad y el rendimiento de los procesos de tratamiento, y debe tenerse cautela cuando se busque hacer la adaptación de las tecnologías a los casos locales. [55]

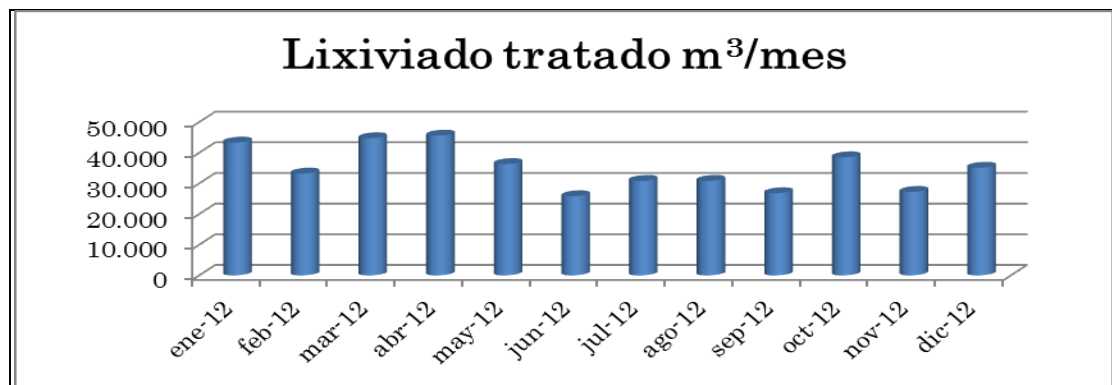
Los lixiviados se clasifican de acuerdo a su composición, tanto la calidad como la cantidad de ellos varía sustancialmente entre sitios y estaciones dependiendo de factores como el contenido de humedad de los residuos dispuestos; la hidrogeología específica del sitio; el diseño, operación y edad del relleno sanitario; así como la biodegradabilidad relativa de los diferentes contaminantes orgánicos presentes en el relleno sanitario (Reinhart y Townsend, 1998). [56]

Aunque no es posible hablar de una composición promedio de los lixiviados, pueden manejarse valores típicos a manera de contar con una referencia. En el Anexo 18 se presenta una composición típica de lixiviados de acuerdo con valores propuestos por Bagchi (1990). [56] No obstante los lixiviados se pueden clasificar según la edad de descomposición y duración dentro del relleno sanitario, como se observa en el Anexo 19.

Además, la cantidad de los lixiviados generados en un relleno sanitario dependen de tres variables fundamentales como el área rellena, la cantidad de infiltración que se permita, y el sistema de drenaje e impermeabilización. [55]

La cantidad de lixiviado tratado mensualmente por la planta de tratamiento de Bogotá durante el año 2012 fue aproximadamente 418.208 m³ de lixiviado, obteniéndose un caudal promedio de 13,3 L/s, como se observa en la Ilustración 7.

Ilustración 7. Volumen de Lixiviados Mensuales Año 2012



Fuente: SSPD-Disposición final de Residuos Sólidos en Colombia, 2013

No obstante, en cuanto a la calidad del recurso hídrico que tiene que ver con la contaminación del agua superficial y subterránea se ve alterado por el vertido de lixiviados el cual se realiza al río Tunjuelo con previo tratamiento, es sin embargo, la principal fuente de contaminación del río Tunjuelo además del vertido de aguas residuales domésticas e industriales de acuerdo con los estudios realizados por EAAB y la SDA, como se observa en el Anexo 19, donde se presenta la calidad del agua para condiciones de caudal promedio del río Tunjuelo.

Así pues los subfactores seleccionados son:

- Disponibilidad del agua 6%UIP
- Calidad de agua 6%UIP

b. Factor Aire 24% UIP: Para evaluar la calidad del aire, se valoran parámetros no solamente químicos sino físicos dentro de un espacio que se ve alterado por alguna actividad antropogénica o natural al ambiente o la población.

Según MADS “Para lograr el mejoramiento de la calidad del aire permanente y sostenible, garantizando el desarrollo económico del país, se está trabajando el Plan de Acción establecido en el documento CONPES 3344 de 2005 que permite implementar la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire del

país” esto implica que, cualquier proyecto, actividad desarrolla en Colombia debe regirse por la normativa que garantiza la protección de este recurso.

Por consiguiente el manejo de RSU en Bogotá, es un proyecto que implica la evaluación de parámetros de calidad de aire, ya que es una actividad que por su extensión genera un deterioro al entorno.

De igual forma la evaluación de este factor se desarrolla principalmente en la disposición final, ya que, existe una gran acumulación de olores, gases, emisión de partículas y nivel de ruido dentro del RSDJ afectando la calidad de aire de los pobladores aledaños.

Al disponer los RSU en el RSDJ genera acumulación de olores y gases, esto se presenta principalmente por la descomposición aeróbica de la materia orgánica biodegradable. En esta fase se forman (CO_2) dióxido de carbono, agua y otros subproductos. Cuando el oxígeno en el RSDJ se agota, se inicia la fase anaeróbica de la descomposición que es la fase más importante, ya que forma (CH_4) metano. [57]

La generación de gases y olores en un sistema anaerobio depende de diversas variables que incluyen las características de los residuos como humedad, temperatura, pH, disponibilidad de nutrientes y microbios y presencia de inhibidores. Los principales factores que influyen sobre la producción de biogás en el tiempo son los siguientes: [57]

Agua: El agua es un factor importante para la producción de biogás, ya que la falta de este disminuye la producción de biogás, pero no se asume que si existe más cantidad de este recurso hay mayor cantidad de biogás, ya que aumentaría los problemas y costos para eliminar estas aguas negras [57]

Temperatura: La temperatura al interior del relleno sanitario influye directamente en la degradación de los RSU; además a mayor temperatura más fuerte y rápida la producción de biogás [57]

Cantidad, calidad y edad de los residuos dispuestos: después de un incremento rápido, la producción de un metro cubico de residuos disminuye regularmente. En condiciones normales, durante la descomposición, la velocidad medida para la producción de gas es máxima durante los primeros 2 a 5 años cuando se degradan los residuos sólidos rápidamente biodegradables, luego desciende y continua así durante 25 a 50 años [57]

El biogás producido por la degradación anaeróbica de los residuos representa un yacimiento de energía importante, en forma de metano (CH_4). La destrucción del metano en CO_2 por incineración es útil para reducir el efecto invernadero del biogás así como para disminuir olores. [57]

Para tratar los problemas de olores y gases que provienen de la descomposición de los RSU para la ciudad de Bogotá dentro del RSDJ se construyó una planta de aprovechamiento de biogás. El cual aplica MDL del protocolo de Kyoto, este proyecto consiguió el registro ante Naciones Unidas por un periodo de siete años renovable, el cual inició el 10 de Septiembre de 2009 y finaliza el 9 de Septiembre del año 2016. Desde el 22 de septiembre de 2009 a marzo de 2012 se han reducido 1.667.249 Ton de CO₂eq. Como se observa en el Anexo 20 sobre reducción de emisiones de gases [58]

Por otra parte el biogás transporta diferentes gases que según estudios realizados a la fecha, los gases emitidos por un relleno sanitario pueden contener hasta 150 componentes a nivel de trazas los cuales afectan la atmósfera local a través de olores molestos como sulfuros y mercaptanos que son gases que producen el olor típico de los residuos en descomposición. [57]

Para el proceso de medición de las emisiones generadas por la alguna actividad antropogénica a la atmosfera, el MADS estableció el Protocolo para el control y Vigilancia de la contaminación atmosférica generados por fuentes fijas. [59]

Asumiendo que el RSDJ es una fuente fija y generadora de emisiones se evalúan los contaminaste como MP, SO₂, NO_x, CO, Dioxinas y furanos, hidrocarburos totales CH₄, HG, HF, HCL, COT. De igual forma cada uno de estos parámetros tiene su rango permisible de emisión como lo establece la Resolución 909 de 2008 y un rango de inmisión de acuerdo a la Resolución 601 de 2006 modificada por la resolución 610 de 2010.

Las emisiones de contaminantes atmosféricos varían de una fuente a otra, por lo cual es necesario evaluar inicialmente la información disponible para la evaluación de emisiones atmosféricas. Esta información incluye las variables de diseño, operación y mantenimiento de los procesos y de los sistemas de control de emisiones. [60]

Sin embargo la emisión de partículas dentro del RSDJ se mide con diámetros menores a 10 micrómetros (PM₁₀) y elementos inorgánicos más comunes en la troposfera como los metales de los cuales se destacan el Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti y el Va y Pb que provienen de la combustión en vehículos a motor dentro del relleno sanitario. [57]

Por otro lado el nivel de ruido causado por los equipos (compactadores, excavadoras) dentro del RSDJ afecta a la población, en consecuencia a esto el MAVDT crea la resolución 627 de 2006 que permite medir la emisión máxima de ruido en decibeles y propone una jerarquía de sectores en donde encontramos que según el POT de Bogotá el RSDJ se encuentra localizado en un sector de zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado y subsector rural habitada destinada a explotación agropecuaria donde la cantidad de decibeles diurno es de 55 y nocturno es de 50.

Así mismo, los problemas ambientales correspondientes a contaminación del aire por partículas (polución), y ruido son originados, según la percepción de la comunidad, por el RSDJ ver Anexo 21 y 22.

Los subfactores seleccionados son:

- Generación de gases 6% UIP
- Generación de olores 6%UIP
- Emisión de partículas 6%UIP
- Generación de ruido 6%UIP

c. Factor suelo 18% UIP: En cuanto a este factor, el análisis principal está en el cambio de uso de suelo tanto para el relleno sanitario como en la ubicación de las bodegas de reciclaje, cambio en el valor del suelo correspondiente a propiedades aledañas al RSDJ y bodegas de reciclaje, y la infiltración de lixiviados del RSDJ.

Con respecto al uso del suelo, el POT del 2004 en algunos de sus apartes habla sobre el Sistema para la Recolección, Tratamiento Disposición de Residuos Sólidos de la ciudad de Bogotá; en el Artículo 214 se menciona el uso del Suelo para la ubicación de áreas para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos. Se asigna el uso Dotacional - Servicios Urbanos Básicos a los predios requeridos para la disposición de residuos sólidos. Estos predios aparecen georreferenciados en los planos denominados "Clasificación del suelo: Distrito Capital" y "Clasificación del Suelo", los cuales hacen parte integral del POT. [61]

Así mismo el Artículo 216 determina los Sitios Prioritarios para la localización de Escombreras; las cuales se podrán localizar en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas y que no presenten riesgos geotécnicos potenciales y/o asociados para la población y la infraestructura existente o prevista. La utilización de dichas áreas debe contribuir a su restauración morfológica y paisajística.

En lo que respecta a zonas reservadas para el manejo y disposición final de residuos sólidos, el Artículo 425 determina que estas zonas son las porciones de suelo rural denominadas Saneamiento Básico, cuya extensión es de 500 hectáreas, las cuales se reservan para estudiar su posible adecuación futura como ampliación del RSDJ de conformidad con los resultados del PMIRS.

Por otro lado, la ubicación de bodegas y centros de acopio para la actividad del reciclaje dentro de la ciudad de Bogotá, según el Decreto 456 de 2010 en el Artículo 4, [62] habla sobre las instalaciones privadas de reciclaje las cuales son ubicadas en espacios privados donde se desarrollan actividades que no afecta la prestación del servicio público de aseo, relacionadas con el almacenamiento, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos las cuales se clasifican en:

Tipo 1. Bodegas de Mayor Área. En éstas se desarrollan las actividades de separación, clasificación, embalaje, almacenamiento, pre transformación, y transformación.

Tipo 2. Bodegas de Mediana Área. Son las destinadas a las actividades de separación, clasificación, embalaje, almacenamiento y pre transformación.

Tipo 3. Centros de Acopio Básico. En éstos se ejecutan las actividades de separación, clasificación, embalaje y almacenamiento temporal. No obstante, el Decreto 113 de 2013 en su Artículo 2, [63] el cual modifica el Artículo 5 del Decreto Distrital 456 de 2010, el cual clasifica y propone las condiciones de localización de las bodegas de reciclaje dentro de la ciudad , como se observa en el Anexo 23.

Sin embargo, la ubicación de estas zonas para la prestación del servicio público de aseo y sus actividades complementarias (bodegas de reciclaje) perjudican los predios aledaños en cuanto al valor del suelo, siendo esta una afectación al patrimonio económico familiar. Si bien es cierto, en la constitución política de Colombia en su Artículo 51 trata de: “Todos los colombianos tienen derecho a una vivienda digna”, igualmente el Artículo 79. “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.” En cualquier caso, es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular (Artículo 82) entonces, de ahí que la Alcaldía Mayor de Bogotá junto con otras entidades públicas realicen proyectos, planes y programas que beneficien no solo a las personas que viven en aéreas cercanas a estas zonas sino que involucren a la sociedad.

Bogotá, ha venido promoviendo una compensación a las familias que viven en aéreas cercanas al RSDJ, implantado en el marco del Proyecto Acuerdo 2002 en donde se establece el Programa de compensación del impacto por la ubicación del RSDJ en las localidades de Ciudad Bolívar, Usme y Tunjuelito. En vista de esto, el programa se desarrolló a través de los siguientes componentes: Priorización en adquisición de Vivienda de Interés Social; Reducción a cero de la tarifa del servicio de aseo; Inversión en el mejoramiento urbanístico y de saneamiento; Política y programa de salud pública en las Localidades de Ciudad Bolívar, Usme y Reducción del impuesto predial. Sumado al anterior proyecto y como forma de mejorar el estado actual en cercanías a la zonas del RSDJ, el Distrito ha planteado un Plan de gestión social para la recuperación territorial, social, ambiental y económica del área de influencia directa del RSDJ (2009-2013) formulado con perspectiva de seguridad humana es una apuesta de ciudad para la recuperación de un territorio de alta importancia para está por el servicio que le presta, por las características sociales, culturales y productivas de las comunidades que lo integran, y por su oferta ambiental al sur de la ciudad.

Ahora bien la infiltración de lixiviados del relleno sanitario al suelo, se pueden presentar por fallas de estos sistemas de impermeabilización produciendo una migración de los lixiviados, los que viajarían lentamente a través de las barreras de impermeabilización y posteriormente pasarían a la zona no saturada del suelo, tiempo durante el cual los compuestos contaminantes presentes serían afectados por procesos físicos, químicos y microbiológicos, los que en su conjunto producirían una disminución de la concentración de dichos compuestos. A este fenómeno se le conoce como atenuación natural de contaminantes. [54]

La atenuación de contaminantes conforme viajan a través de la zona de suelo generan reacciones y procesos principales incluyendo procesos geoquímicos (tales como absorción/des absorción, solución/precipitación y oxidación / reducción); procesos físicos (advección, dispersión y difusión); procesos bioquímicos (descomposición orgánica y síntesis celular) y procesos biofísicos (filtración y transporte de patógenos). [64]

Sin embargo, Gibert (1990) sugiere que las cargas de contaminantes pueden sufrir transformaciones al cruzar las zonas no saturada y saturada, desaparecer completamente, moverse con lentitud, detenerse o esparcirse ampliamente de tal manera que no se detecten con facilidad. [64]

Como se mencionó anteriormente, las características de los lixiviados son una consecuencia de procesos complejos que dependen de diferentes factores, tales como: las características de los RSU que es depositada en el sitio de emplazamiento, los aspectos climáticos e hidrogeológicos, y el grado de estabilización del relleno sanitario. [54]

De igual forma una de las consecuencias por infiltración de lixiviados es la contaminación directa de aguas subterráneas, ya que los compuestos contaminantes viajan a través del suelo, pero la atenuación natural de contaminantes mitiga el impacto directo de estos hacia las aguas subterráneas. A pesar de la gran variedad de compuestos presentes en los residuos sólidos, más del 97% de estos compuestos pueden ser clasificados en cuatro categorías: materia orgánica, compuestos orgánicos específicos, metales pesados y macro componentes inorgánicos. [54]

Estudios han demostrado que los líquidos percolados o lixiviados tiene una clasificación según su estado de estabilización como:

Lixiviado joven: DQO >20000 mg/l; alto contenido de metales (hasta 2000 mg/l) y degradabilidad media (DBO5/DQO >0.65).

Lixiviados estable o viejo: DQO < 20000 mg/l; bajo contenido de metales (menos de 50 mg/l) y biodegradabilidad débil (DBO5/DQO <0.1).

Lixiviado con características intermedias a los dos anteriores (joven y estable).

En conclusión varios autores, coinciden en que los mecanismos de atenuación natural que afectan a un lixiviado en el suelo se pueden clasificar en las siguientes categorías: sorción, decaimiento biológico, intercambio iónico, dilución, filtración y precipitación, así se muestra que la materia orgánica es afectada principalmente por los dos primeros mecanismos, es decir, sorción y decaimiento biológico.

Los subfactores seleccionados son:

- Cambio de uso de suelo 6%UIP
- Cambios de valor en el terreno 6%UIP
- Infiltración accidental por lixiviados 6%UIP

7.2.1.2. Medio Biótico

La ciudad de Bogotá se ha desarrollado sobre la cordillera oriental colombiana extendiéndose a lo largo sobre la altiplanicie. El componente montañoso contiene las unidades encargadas de equilibrar los procesos ecológicos principales y se conecta con el plano mediante los ejes fluviales que lo atraviesan. Tal equilibrio se logra mediante la regulación derivada de transferencias de materia, la temperatura del aire, la velocidad del viento, los altos coeficientes de escorrentía, los balances hídricos positivos, la energía potencial del relieve, la heterogeneidad de niveles biogeográficos, las variaciones de presión atmosférica y las condiciones de aislamiento que permiten desarrollar refugios para especies animales y vegetales. [64]

- a. **Factor flora 16% UIP:** Al hablar de la flora característica de la ciudad, se debe analizar los sub factores medibles como el cambio de vegetación, la disminución de zonas verdes, remoción de cobertura vegetal, reforestación, todos estos subfactores relacionados con la disposición de RSU en el RSDJ.

Cuando analizamos estos sub factores se debe observar cual es la problemática inicial que surge por el cambio de vegetación, la disminución de zonas verdes, remoción de cobertura vegetal. Esto se debe principalmente por las restricciones y desordenes de la tierra en Bogotá, ya que es un bien necesario para la satisfacción de las necesidades básicas del hombre. Sin embargo, es así como se generan desajustes urbanísticos y problemas tales como la proliferación y concentración espacial de hábitat marginal ubicado en su mayoría en zonas no urbanizables y peligrosas como las laderas inestables y las rondas de los ríos o sus zonas de amortiguación, así como la expansión urbana con transformación inapropiada de las áreas rurales; es por eso que la vegetación bogotana vive un constante cambio y disminución por la falta de zonas o áreas encaminadas a la conservación de especies endémicas.

Para identificar el cambio de vegetación en la ciudad y remoción de cobertura vegetal, debemos analizar los dos corredores principales que son los que nos

ofrece mayor cobertura de este problema que son; las áreas rurales de Bogotá y los Cerros Orientales. Estas áreas son los más perturbados por razón de su cercanía a la ciudad. Se caracterizan por su nula aptitud agropecuaria, limitada disponibilidad de agua, relieve de pendientes, inestabilidad geológica, importancia fundamental para la recarga de los acuíferos de las zonas planas, existencia de relictos de vegetación en buen estado, vulnerabilidad a incendios forestales, barrera natural para la expansión urbana y elementos del balance paisajístico. [64]

De la misma manera, la disminución de zonas verdes o la disminución de espacios públicos verdes el cual agrupa espacios como parques, zonas verdes, zonas arborizadas, etc. caracterizadas en Bogotá por su escaso número, calidad y accesibilidad, así como por el desbalance espacial por concentración de los mismos en zonas específicas como el norte de la ciudad genera una minimización de las posibilidades de recreación gratuito, el aislamiento natural de ruido y la depuración del aire, además otros problemas derivados de patrones de desarrollo económico y social.

Los beneficios sociales de las áreas verdes urbanas están relacionados con la salud pública, la recreación, factores estéticos y al bienestar general, especialmente de los segmentos más pobres de la población. Los beneficios ambientales incluyen el control de la contaminación del aire y el ruido, la modificación del microclima, y un realce del paisaje con impactos positivos en la psique humana y la educación. Las áreas verdes urbanas también proporcionan un hábitat para la vida salvaje, control de la erosión, protección a las áreas de captación de agua para el suministro urbano y otros usos productivos. [65]

Por otra parte, para hablar de reforestación en Bogotá, hay que partir del concepto de silvicultura urbana, es la ciencia forestal que se encarga del cultivo y de la producción de árboles para la generación de bosques, con diferentes propósitos, así como de las actividades conexas relacionadas con su manejo y mantenimiento a partir del crecimiento y de la necesidad de planificación y ordenamiento de los centros urbanos. En este sentido la silvicultura urbana nace a partir del reconocimiento y del entendimiento de las diferencias en función, comportamiento y necesidades de los árboles en contextos diferentes, diferenciando claramente su manejo en bosques naturales, en plantaciones y en las grandes urbes. [66]

Entonces los árboles urbanos pueden mitigar muchos de los impactos ambientales del desarrollo urbano: atemperan el clima; conservan la energía, dióxido de carbono y agua; mejoran la calidad del aire; disminuyen la escorrentía pluvial y las inundaciones; reducen los niveles de ruido, y suministran el hábitat para la fauna silvestre. [65]

Según Nowak, los árboles urbanos también pueden reducir el CO₂ atmosférico almacenando directamente en su biomasa, en tanto el árbol crece. Los árboles grandes, mayores de 77 cm de diámetro, almacenan aproximadamente 3 toneladas métricas de carbón, 1,000 veces más carbón que aquel almacenado por

árboles pequeños, menores a 7 cm de diámetro. Los árboles sanos continúan fijando carbón adicional cada año; los árboles grandes y vigorosos fijan cerca de 90 veces más carbono anualmente que los árboles pequeños (93 kg C/año vs 1 kg C/año). [65]

El Decreto Distrital 984 de 1998 reglamentó en su momento lo dispuesto en la Ley 1791 de 1996 en lo relativo al aprovechamiento de árboles aislados. En dicha ley se contempló la norma técnica, se determinó la actividad de compensación por tala de árboles, se hizo alusión a la participación comunitaria y se establecieron competencias a las entidades del Distrito cuyas actividades incluyeran acciones relacionadas con los árboles. [67]

El Decreto Distrital 472 expedido en diciembre de 2003 define el arbolado urbano como «el conjunto de plantas de las especies correspondientes a los biotipos: árbol, arbusto, palma o helecho arborescente, ubicados en suelo urbano». [68] En 2005 el Jardín Botánico de Bogotá inició el Censo del Arbolado Urbano (CAU), proyecto determinado como su responsabilidad mediante el artículo 3º del Decreto Distrital 472 de 2003. El censo registró más de 43 variables que incluyen el diagnóstico fitosanitario, el inventario, la caracterización y la georreferenciación, es decir, la ubicación física y cartográfica de cada árbol localizado en la ciudad para su conocimiento, diseño y adecuación del espacio público desde una perspectiva ambiental. El censo indica a diciembre de 2008 que Bogotá cuenta con 1'114.765 árboles en su espacio público, 36,3 unidades por hectárea y 1 por cada seis habitantes aproximadamente. Además, el 54 por ciento de los árboles está en buen estado y el 46 por ciento restante presenta síntomas de afectación física o sanitaria; de ellos un 15 por ciento presenta condiciones malas y críticas. [66]

Los lugares adecuados para plantar árboles se encuentran en el Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá, en la ciudad se pueden encontrar los siguientes:

Rondas de ríos, rondas de quebradas y escorrentías, rondas de lagos y canales, rondas de pantanos y humedales, parques, áreas y zonas verdes recreativas de uso público, plazas, plazoletas, separadores, áreas de control ambiental, andenes, orejas de puentes, vías peatonales, antejardines, áreas de relleno sanitario etc. [66]

Lo anterior apunta hacia la formulación de áreas protegidas dentro de la ciudad y hacia la recuperación de las rondas de sus ríos, así como de sus humedales donde existan todavía espejos de agua. Igualmente, se comprende trabajar sobre las formas de uso y apropiación de los cerros orientales y las áreas rurales del Distrito, garantizando la conexión de los ecosistemas y la reducción de impactos sobre los corredores de sustentación. Para ello el POT de 2004 da mayor importancia a los elementos que conforman la estructura ecológica principal, los cuales son: los cerros, el valle aluvial del río Bogotá y sus afluentes, los humedales, la planicie, y, en especial, los remanentes de vegetación nativa en

cada uno de estos ambientes, así como los espacios necesarios para restaurar su composición biótica original y su funcionalidad ecológica.

Finalmente, el POT de 2004 también prevé el establecimiento de Áreas Protegidas con el objetivo de preservar y restaurar muestras representativas y de tamaño biológica y ecológicamente sostenible, de los ecosistemas propios del territorio distrital, restaurar los ecosistemas que brindan servicios ambientales vitales para el desarrollo sostenible, garantizar el disfrute colectivo del patrimonio natural o paisajístico acorde con el régimen de usos de cada una de las áreas que lo componen, promover la educación ambiental y la socialización de la responsabilidad por su conservación y fomentar la investigación científica sobre el funcionamiento y manejo de los ecosistemas propios del Distrito Capital. [64]

Los subfactores seleccionados son:

- Cambio de vegetación 4%UIP
- Disminución zonas verdes 4%UIP
- Remoción de cobertura vegetal 4%UIP
- Reforestación 4%UIP

- b. **Factor fauna 8% UIP:** Este factor comprende sub factores que generan desplazamiento y desaparición de aves endémicas a causa del ruido y malos olores originados por los RSU, del mismo modo se genera proliferación de vectores por la disposición de RSU en el RSDJ .

Las aves son una parte importante de la fauna de la sabana de Bogotá, ya que están relacionadas íntimamente con la cantidad de zonas verdes de la ciudad particularmente con los humedales por consiguiente el lugar en que se desarrollan las aves endémicas son los humedales.

Las aves son el único grupo de vertebrados que presenta una alta diversidad y un número apreciable de especies y subespecies endémicas y amenazadas en los humedales del área de Bogotá. Las aves además son “buenas indicadoras de la calidad del hábitat ya que integran múltiples influencias ambientales en un hábitat y responden rápidamente e cambios en el mismo”. [69]

Generar desarrollo económico y social dentro o en cercanías a un humedal es desencadenar no solo la falta de zonas verdes para la recreación, sino múltiples problemas para el ecosistema, ya que estudios realizados en el 2000 y 2004 respectivamente por Whited y DeLuca encontraron que la presencia de vías, construcciones y usos del suelo en un cinturón de 500 m alrededor de humedales afecta la presencia de aves mientras Findlay y Houlahan encontraron que el efecto llegaba hasta 2 km del humedal y también afectaba negativamente la riqueza de especies faunísticas. [69] Otra es disponer inadecuadamente los escombros y RSU en estos lugares fomentando inseguridad y desorden dentro del paisaje, baja calidad de vida para las especies animales y disminución de área de

humedal. Muchos de estos problemas se generan en los 13 humedales que tiene Bogotá, unos actualmente cuentan con programas de sanidad sin embargo otros siguen a la deriva invadidos por construcciones o siendo desagüaderos de aguas servidas.

No obstante la SDA cuenta con una política distrital encaminada a orientar y regular la actuación en los humedales y, en consecuencia, en intervenciones biofísicas para su recuperación.

Por otra parte los ciclos biológicos de las aves se ven afectados por los altos niveles de ruido que se están generando en la ciudad. En Bogotá disminuyen los ejemplares de su ave insignia: el copetón (*Zonotrichia capensis*). Un ave que ha estado presente en la vida de la ciudad y que está presente en humedales y parques de la ciudad.

Pero lastimosamente, los copetones no han podido reproducirse como habitualmente lo han hecho, haciendo uso de los cantos como método de cortejo. Los niveles de ruido en diferentes sectores capitalinos debido a la presencia de máquinas, motores, equipos pesados, aviones y otra fuentes sonoras pesadas, han generado que los cantos se modifiquen en aspectos como su frecuencia y amplitud; presentando así, situaciones como desorientación o mayores esfuerzos de los copetones para tener el canto del cortejo. [70]

El comportamiento de los vectores en RSDJ para la zona de influencia es una de las problemáticas que tienen mayor impacto negativo en la zona así lo ha expresado la comunidad quienes manifiestan que es la problemática que causa mayores molestias a los habitantes tanto de las veredas Pasquilla, Mochuelo Alto y Bajo, los cuatro barrios del sector de Mochuelo y San Joaquín en la Localidad de Ciudad Bolívar; así como en varios de los barrios de la localidad de Usme.

Sin embargo los recursos utilizados para el control de los vectores en especial la población de las moscas son cuantiosos pero el problema continua. Históricamente esta problemática se debe a la falta de control en la operación del RSDJ y se ha podido comprobar que si la población de moscas aumenta en el interior del RSDJ lo mismo sucede en el área de influencia; es decir la relación es directamente proporcional. [70]

Demostrar que los vectores son producto de la ineficiente operación del RSDJ y que como se dijo anteriormente la relación de crecimiento de la población de moscas al interior del mismo es directamente proporcional al crecimiento en la zona de influencia no ha sido fácil para el sector salud y para ello ha invertido grandes cantidades de recursos en estudios e investigaciones de los cuales se destaca: el estudio contratado por el Hospital Vista Hermosa y realizado por la Empresa Continental de Fumigaciones Ltda.; “Control Vectorial Alternativo en la zona de influencia del Relleno Sanitario Doña Juana” en el año 2007, el cual permitió efectuar una caracterización de la población de moscas en la zona de

Mochuelo alto y bajo; “Del total de las 34.145 de moscas capturadas, el 97% (33.121) correspondieron a la especie *Musca* doméstica, el 3% restante (1.024) pertenecían a otras especies. De las otras especies (1.024 moscas), el 98% (1.003 moscas) correspondió a la especie *Calliphora* vicina, el 1.1% (11) fueron clasificadas como *Lucilia* sericata y el 0.9% (10) restante perteneció a la especie *Sarconesiopsis* magellanica. [71]

Los géneros *Musca*, *Calliphora*, *Lucilia* y *Sarconesiopsis* son especies sinantrópicas asociadas comúnmente con las viviendas humanas. De estas las más comunes son las especies de la familia Muscidae, entre las que se encuentra la mosca doméstica común o *Musca doméstica* y en el grupo de las moscas asociadas con los RSU las más comunes pertenecen a la familia Calliphoridae”. [71]

Igualmente la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá ejecuto el convenio 0640 con la Secretaria Distrital de Salud. El convenio “Asistencia técnico-científica en la evaluación de la situación de la infestación de mosquitos en la cuenca del río Tunjuelito, Bogotá D.C y la identificación de las especies de moscas procedentes del RSDJ”, por medio del cual se pudo concluir que: “Las poblaciones de moscas que se capturaron en el Relleno Sanitario Doña Juana, presentan una riqueza de 19 morfo tipos, y solamente la *Musca* doméstica, ha mostrado hábitos filantrópicos, que la convierte en molestia para la comunidad de los sectores aledaños. Se comprobó que las moscas del relleno sanitario llegan hasta el intradomicilio en los barrios aledaños, de los sectores de Mochuelo Alto y Bajo, ya que estos se encuentran muy cerca al frente de disposición, principal lugar de cría de *Musca* doméstica”. [70]

Para valorar la presencia de la fauna en Bogotá los subfactores seleccionados son:

- Desplazamiento y desaparición de aves 4%UIP
- Proliferación de vectores por la disposición de RSU en el RSDJ 4%UIP

7.2.1.3. Medio Socioeconómico y Paisajístico:

- a. Factor paisaje 8%UIP:** El factor paisaje está relacionado con los sub factores de calidad del paisaje y alteración del paisaje ubicado principalmente en la zonas aledañas al RSDJ, cada uno de estos tiene un contexto similar, ya que dependen del entorno urbano el cual tiene que ver con la protección y degradación del mismo. Es por consiguiente que al hablar de paisaje estamos integrando al hombre y la naturaleza denominado desarrollo sostenible que asume las variables del desarrollo social, económico y ambiental.

El concepto de paisaje está referido fundamentalmente a la imagen de un área o territorio determinado, ya sea rural, urbano, acuático, atmosférico, o a una situación combinada entre estos.

El concepto de Paisaje Urbano dentro del contexto ambiental, se refiere por una parte al concepto estético de una relación ciudad-campo, es decir, a una relación entre el hombre, su cultura y la naturaleza; en este sentido el valor de uso del paisaje se expresa en el nivel de integración entre el campo y la ciudad. En la interrelación campo-ciudad, es de gran importancia la percepción del estado de la franja intermedia o área de transición ubicada en la periferia urbana, donde se presenta una gran diversidad en la apreciación del paisaje.

El paisaje como lugar integra espacio y tiempo, acontecimientos y ambiente; el paisaje es el ambiente múltiple que percibimos visualmente. En la planificación urbana, generalmente se ha dado mayor importancia al valor de uso del espacio, y se ha negado en gran medida el poder comunicativo y sensorial del paisaje; pero el paisaje no solo cumple un papel funcional, es importante conocer la conducta humana frente al paisaje y cómo se comporta una determinada colectividad en él, más allá de lo estrictamente operacional y normativo, con el propósito de garantizar su sostenibilidad urbana.

La calidad del espacio público juega un papel decisivo en la calidad del paisaje urbano, ya que de ahí se desprende el valor de preservar los elementos que componen el paisaje o el degradación de los mismos; de ahí a que el paisaje urbano se puede interpretar como el semblante del medio ambiente y de la calidad habitacional de la ciudad y su espacio público.

Para el desarrollo sostenible del paisaje urbano se debe partir primordialmente de la determinación del paisaje como patrimonio ambiental, cultural y productivo, lo cual posibilitaría no sólo su conservación, sino también su aprovechamiento y disfrute ciudadano. [72]

Las estrategias para la sostenibilidad urbana del paisaje se deben desarrolla en la formulación de políticas y normativas para la planificación, donde se dan soluciones exclusivamente a los problemas físicos y funcionales del ambiente y no se integran aspectos estéticos. [72]

Entonces la normativa relacionada con la protección del paisaje en Colombia se inicia con el Decreto Ley 2811 de 1974 que en su Artículo 3 incluye los recursos del paisaje como sujeto de regulación; en el Artículo 8 considera como factor de deterioro del ambiente “la alteración perjudicial o antiestética de paisajes naturales” e invita a tomar medidas para conservar o evitar la desaparición de especies o individuos de la flora también bajo motivaciones estéticas, socioeconómicas o culturales”. [73]

De igual forma el Decreto 1974 de 1989, por medio del cual se reglamentan los Distritos de Manejo Integrado (DMI) de los recursos naturales renovables, cita como uno de los requisitos para su identificación y delimitación que incluya, en lo posible “espacios con accidentes geográficos, geológicos, paisajísticos de características o bellezas excepcionales y elementos culturales que ejemplaricen relaciones armónicas en pro del hombre y la naturaleza”. [73]

Así mismo la Ley 99 de 1993, incluye dentro de los principios generales de la política ambiental colombiana que el paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido y asigna como una de las funciones del Ministerio de Ambiente el dictar regulaciones de carácter general, tendientes a controlar y reducir las contaminaciones geosférica, hídrica, del paisaje, sonora y atmosférica, en todo el territorio nacional. Artículo 1. [73]

Con respecto a lo anterior y en vista de la importancia de la protección del paisaje se crea el Decreto 1220 de 2005, donde se obliga a los proyectos, obras o actividades que puedan producir deterioro grave a los recursos naturales al ambiente o “introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje”; a la obtención de una licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental competente; la cual sujeta al beneficiario al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada. [74]

Por otro lado en desarrollo a la organización territorial el gobierno asume las riendas con la ejecución del POT el cual se reglamentó con la Ley 902 de 2004, obligando a que tanto en la definición de objetivos y estrategias territoriales de largo y mediano plazo, así como en el contenido estructural de los POT se incluya, entre otros, el señalamiento de medidas para la defensa del paisaje, y establece la necesidad de que en el componente urbano y rural de los mismos se realice delimitación de áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos, entre otros, a las que da peso de norma urbanística estructural, teniendo por ello un nivel importante de prevalencia respecto de otras normas. [61]

Este factor relaciona los siguientes subfactores:

- Calidad del paisaje 4%UIP
- Alteración del paisaje 4%UIP

b. Factor salud 6% UIP: La salud en el área de influencia del RSDJ contempla la salud de los pobladores aledaños y personal de trabajo; estos sub factores son relacionados con enfermedades respiratorias ya que es uno de los indicadores más relevantes en cuanto al manejo y disposición de RSU dentro del RSDJ.

El manejo de los RSU por medio de la disposición final en RS a pesar de contar con todas las especificaciones técnicas, los rellenos no son completamente inocuos para la salud humana. La relación entre contaminantes ambientales y la salud humana es un proceso complejo; ya que las exposiciones son de dosis bajas y los efectos en salud tienen lugar después de tiempos relativamente largos de exposición, lo cual contribuye a que esta asociación sea difícil de establecer. En consecuencia, el riesgo relativo por la exposición continua es posiblemente bajo, pero el riesgo atribuible en la población puede llegar a ser alto si la cantidad de personas expuestas es grande, lo que convierte este problema en un hecho muy importante en salud pública. [75]

Hasta el momento la mayoría de los estudios acerca del impacto en salud producido por los RSU han sido llevados a cabo a petición de las comunidades habitantes en su área de influencia, lo que puede haber introducido sesgos en la medición de los resultados.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) actualmente recomienda que las mediciones del impacto de los rellenos sanitarios sean hechas en poblaciones vulnerables como mujeres embarazadas, en neonatos, en niños o en adultos mayores³⁷. La población infantil, por su constitución fisiológica y anatómica, sumada a patrones de comportamiento particulares, constituye una población especialmente susceptible al efecto de agentes externos, como son los contaminantes producidos por los rellenos. [72]

Algunos autores han relacionado la ocurrencia de síntomas respiratorios con la cercanía a rellenos sanitarios. Así, en estudios de carácter retrospectivo, se ha sugerido una relación entre los niveles de sulfuro de hidrógeno encontrados en el aire de comunidades residentes cerca de rellenos sanitarios y el reporte consistente de dolores de cabeza, de garganta y de irritación en los ojos. [72]

De igual manera existen evidencias de los impactos a la salud por vivir cerca a los rellenos sanitarios en el mundo; como a continuación se indicaran:

Residentes a menos de 5 km de rellenos sanitarios en seis áreas de la región de Toscana, Italia presentaron excesos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cerebro vascular, linfoma de tipo no-Hodgkin y por cáncer de hígado y de vejiga, entre 1995-2000. [72]

En 1995 se publicó un estudio sobre familias que vivían cerca de un importante relleno municipal: The Miron Quarry, en la Ciudad de Montreal, Canadá. Este relleno se utilizó entre 1968 y 1990 y es el tercer relleno más grande de América del Norte. Allí se encontró una elevada incidencia de cáncer de estómago, hígado, próstata, y pulmón entre los hombres y de útero y cervical entre las mujeres. [72]

Un estudio asocia el riesgo de cáncer y asma a personas con viviendas en áreas de rellenos sanitarios en Helsinki, Finlandia. [72]

En general los efectos en salud producidos por los contaminantes atmosféricos característicos de rellenos sanitarios se han establecido de acuerdo al tiempo de exposición a éstos. Los efectos agudos producidos por exposiciones a cortos periodos, se han encontrado principalmente en estudios de series de tiempo. Tal impacto en la salud corresponde a incrementos en la mortalidad por enfermedad respiratoria y cardiaca e incremento en las admisiones hospitalarias, también se evidencian efectos sobre la función respiratoria, incremento en los síntomas característicos de vías respiratorias inferiores y en el uso de medicamentos en pacientes asmáticos.

En Bogotá los niveles de contaminantes emitidos por el RSDJ deben ser monitoreados por el por normativa de calidad de aire la cual tiene unos valores permisibles de emisión y de inmisión dentro y en cercanías del área de ubicación del RSDJ; como anteriormente se había descrito para el factor aire. [72] Se distribuyen en los siguientes subfactores:

- Salud pública 3%UIP
- Salud del personal 3%UIP

c. Factor empleo 4% UIP: Este factor se evalúa con respecto a demanda de la mano de obra (operadores, administrativos) e inclusión de población recicladora.

El sub factor demanda de empleo, es proporcional con la calidad del servicio de aseo, ya que un buen equipo de personal brinda directamente una buena cobertura y así una calidad del mismo.

No obstante las empresas tanto públicas como privadas ofrecen directamente empleos en materia técnico operativo, estas cifras se encuentran en la plataforma del SUI ya que este es el sistema donde todas las empresas prestadoras de los servicios en el país deben registrarse. Pero en Bogotá, estas cifras no están actualizadas y los operarios del distrito deberían ofrecer estos valores actualizados. Sin embargo es de recalcar que el actual servicio lo prestan 3 empresas privadas y una publica conocida como Aguas de Bogotá.

Esta empresa Aguas de Bogotá, ha llevado de la mano el proyecto de inclusión de la población recuperadora en el servicio público de aseo en Bogotá. La inclusión de esta población a la prestación del servicio de aseo, y la importancia de contar con información sobre esta población, es fundamental para la formulación de políticas públicas de interés social. Además el reconocimiento de la población recicladora, en pos de su dignificación y los desarrollos de un nuevo modelo del sistema de aseo, que incluirán sin discriminación las personas recuperadoras.

De acuerdo con lo anterior la Universidad Distrital y la UESP realizaron un censo a esta población, lo que se buscaba era identificar la totalidad de la población formal o informal dedicada al oficio del reciclaje. El censo adquirió una

connotación *sui generis*, en razón al funcionamiento de la actividad reciclaje, tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos, en el que se destaca, de la población dedicada al oficio del reciclaje, su condición de itinerante. [76]

La cifra registrada a finales de agosto de 2013, es de 13. 771 registros válidos acorde con los ajustes propuestos por la UAESP y la parametrización realizada por la Universidad Distrital. [76]

Esta población se encuentra agrupada en Organizaciones de Recicladores Autorizadas para la Prestación del Servicio (ORA), con lo que se quiere adoptar el servicio de recolección en ruta selectiva; es decir, esta ruta funciona bajo los criterios de producción de residuos en cada una de las localidades, la distancia y duración, la capacidad de los vehículos, su número de asociados y la territorialidad tradicional de las mismas organizaciones, busca la inclusión de la población, ya que se tiene programado que pasen 3 horas antes de la recolección del vehículo de aseo. Permitiendo así, que mientras se consolidan los hábitos de separación en la fuente en los generadores, se recupere la mayor cantidad de material reciclable posible; respetando las fuentes fijas y las “contratas” (convenios entre el generador de residuos y los recicladores), al mismo tiempo esta actividad contara con un incentivo del reconocimiento por kilo transportado con un precio justo. [77]

Así, se asegura que esta Ruta de Recolección Selectiva canalice la mayor cantidad de material y se convierta en el mecanismo de invitación y vinculación de población recicladora independiente. Sólo se habilitará, el reconocimiento tarifario a través de las Organizaciones de Recicladores Autorizadas. Una vez se complete su recorrido, esta ruta llevará el material al Centro de Acopio donde población recicladora vinculada a las Unidades Empresariales desarrollará actividades de separación, clasificación y alistamiento del material para su comercialización.

Los subfactores seleccionados son:

- Demanda mano de obra 2%UIP
- Inclusión población recicladora 2%UIP

d. Factor desarrollo urbano 4% UIP: Para evaluar este factor debe tenerse en cuenta; la calidad del servicio prestado a la ciudad y la cobertura tanto urbana como rural.

La calidad y cobertura del servicio de aseo, según el PMIRS se debe garantizar la calidad y continuidad del servicio aseo a los usuarios, es deber de la Alcaldía Mayor, mantener la cobertura del área urbana. Actualmente el 100% de las zonas urbanas de la ciudad goza del servicio de recolección, barrido y limpieza (RBL). Sin embargo, es necesario continuar prestando un servicio adecuado a todas las zonas urbanas en el futuro, manteniendo e incrementando la calidad del servicio y garantizando la prestación del servicio a las nuevas zonas urbanizadas. [38]

No obstante la cobertura del área rural se requiere ser ampliada ya que estas zonas rurales se requieren de la prestación del servicio de recolección de acuerdo con la situación real de dichas zonas, que pueda ser diferente que el servicio ofrecido a zonas urbanas. Actualmente alrededor del 30% de las zonas rurales recibe el servicio de aseo. En el futuro es necesario aumentar la cobertura al 100% y mantenerla.

Aun así el servicio en general de RSU y el servicio de barrido y limpieza de los espacios públicos se están prestando adecuadamente. Cada habitante sabe la fecha de recolección de residuos sólidos del sitio donde vive y entrega residuos en esa fecha. Esto parece simple, pero difícilmente se cumple en la mayoría de los países en vías de desarrollo. [38]

Ahora bien, es un riesgoso que una ciudad grande que tiene alrededor de 7 millones de habitantes dependa de sólo un RS. Si ocurriese de nuevo algún accidente como el de 1997 del RSDJ o se suspende el transporte de recolección, la ciudad se llenará de residuos y se afectará gravemente la salud de los habitantes.

En resumen, como se mencionó anteriormente, en general, actualmente los servicios de recolección y disposición de residuos sólidos de Bogotá D.C. se prestan adecuadamente. La prestación de estos servicios está soportada por el marco administrativo y legal que conforman el gobierno del Distrito Capital de Bogotá, CRA, y SSPD entre otras. [38]

Se selecciona los siguientes subfacotres:

- Cobertura del servicio 2%UIP
- Calidad del servicio 2%UI

Tabla 9. Resume de Factores Ambientales

Medio Abiótico			UIP %	
54 %	Agua 12%	Disponibilidad del agua	6%	F1
		Calidad del agua	6%	F2
	Aire 24%	Generación Olores	6%	F3
		Generación de gases	6%	F4
		Emisión de partículas	6%	F5
		Nivel de ruido	6%	F6
	Suelo 18%	Cambio de uso suelo	6%	F7
		Cambios del valor del terreno	6%	F8
		Infiltración accidental por lixiviados	6%	F9
Medio Biótico				
24 %	Flora 16%	Cambio de vegetación	4%	F10
		Disminución zonas verdes	4%	F11
		Remoción de cobertura vegetal	4%	F12
		Reforestación	4%	F13
	Fauna 8%	Desplazamiento y desaparición de aves	4%	F14
		Proliferación de vectores	4%	F15
Medio Socioeconómico				
22%	Paisaje 8%	Calidad del paisaje	4%	F16
		Alteración del paisaje	4%	F17
	Salud 6%	Salud publica	3%	F18
		Salud del personal	3%	F19
	Empleo 4%	Demanda mano de obra	2%	F20
		Inclusión población recicladora	2%	F21
	Desarrollo urbano 4%	Cobertura del servicio	2%	F22
		Calidad del servicio	2%	F23
TOTAL MEDIO AMBIENTE			100%	

Fuente: La Autora

7.2.2. Identificación del conjunto de acciones.

En esta parte se identificara las acciones de la gestión del modelo actual de residuos sólidos.

Como en apartado 7.1.2. Realizamos el diagnostico del modelo actual de gestión para la ciudad de Bogotá, entonces lo que se pretende es retomar las actividades que se desarrollan para un modelo de economía lineal. Este modelo lineal genera una tendencia de consumo agresivo sin tener en cuenta modelos y mecanismo circulares de materia prima. En resumen las principales acciones del modelo actual se observa en la Tabla 10.

Tabla 10. Resume de Acciones

Etapas del actual manejo de RSU en Bogotá	
Generación	A1
Presentación	A2
Recolección	A3
Valorización y Aprovechamiento	A4
Transporte	A5
Disposición final	A6

Fuente: La Autora

7.2.3. Identificación de los impactos

El análisis de los impactos causados por el modelo actual para el manejo de RSU en la ciudad de Bogotá y el entorno en el cual se desarrolla esta actividad, se identifican los principales impactos que ocasiona al medio ambiente esta actividad, es decir el análisis de los factores ambientales y las acciones nos permite identificar los impactos ambientales que pueden ser favorables o desfavorables al medio.

Esta fase consiste en identificar las relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores descritos anteriormente, cada relación identificara un impacto potencial, desarrollando dentro de la matriz de impacto total, como se observa en la Tabla 11.

Tabla 11. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales

ACCIONES DEL PROYECTO										
			UIP		ETAPAS DEL PROYECTO					
					A1	A2	A3	A4	A5	A6
FACTOR AMBIENTAL	AMBIENTE 100%	MEDIO ABIOTICO 50%	F1	6						X
			F2	6	X	X	X			X
			F3	6	X	X	X	X	X	X
			F4	6	X			X	X	X
			F5	6			X	X	X	X
			F6	6			X		X	X
			F7	6				X		X
			F8	6				X		X
			F9	6	X	X	X	X		X
		MEDIO BIOTICO 24%	F10	4	X					X
			F11	4	X					X
			F12	4						X
			F13	4						X
			F14	4	X		X			X
			F15	4	X		X	X	X	X
		MEDIO SOCIOECONOMICO Y PAISAJISTICO 26%	F16	4						X
			F17	4						X
			F18	3	X	X	X	X		X
			F19	3		X	X	X	X	X
			F20	2			X			X
			F21	2			X	X		
			F22	2			X		X	
			F23	2			X		X	

Fuente: La Autora

- **ETAPA DE GENERACIÓN:**

En la etapa de generación se ve involucrado directamente él/los usuario(s) pues de ellos depende la cantidad de residuos recibidos por los operadores, ya sean empresas prestadoras del servicio de aseo o personas dedicadas a la laboral del reciclaje.

En esta etapa los impactos que se involucran son en menor medida que en las otras etapas operativas del proyecto, puesto que se asume que el generador desarrolle un proceso de selección en la fuente y se disminuya la cantidad de RSU entregados a los operadores.

No obstante los impactos ocasionados al medio ambiente son:

- ✓ Baja contaminación del agua superficial o subterránea por generación de lixiviados provenientes de la mezcla de residuos y su alta tasa de descomposición
- ✓ La generación de olores, de gases altera la calidad del aire en baja medida pues depende del tipo de usuario y la cantidad de residuos generados
- ✓ Infiltración accidental del suelo por formación de lixiviados puestos en aceras con cubrimiento de herbazales depende del tipo de usuario y la cantidad de residuos
- ✓ El cambio de uso del suelo y disminución de zonas verdes, generan desplazamiento de aves y proliferación de vectores pero no es en gran medida ya que la generación de residuos no es directa para el medio ambiente
- ✓ Posible afectación de la salud pública depende de la cantidad de residuos que él/los usuario(s) depositen en la aceras.

- **ETAPA DE PRESENTACIÓN**

En la etapa de presentación es directamente responsable el /los usuario(s), puesto que únicamente dependerá de la forma como se entregan al operador del servicio de aseo los RSU. En muchos casos si se hablan de multiusuario la presentación de los RSU se efectúa en contenedores de diferente color generando una separación en la fuente, sin embargo si es un usuario independiente este se efectúa en bolsa de diferente tamaño y muchos de los casos omitiendo el código de colores para esta labor. Sin embargo la cantidad de RSU provenientes de las diferentes tipos de usuarios sean comercial, institucional o domestico refleja impactos al medio ambiente como:

- ✓ Baja contaminación del agua superficial o subterránea por generación de lixiviados provenientes de la mezcla de residuos y su alta tasa de descomposición

- ✓ Escasa generación de olores, solo se presenta un agresivo olor si el usuario no cierra adecuadamente los RSU a la hora de su presentación
- ✓ Baja infiltración accidental de lixiviados, esto dependerá de la forma como se contienen los RSU si es por medio de contenedor o si es en bolsa
- ✓ Posible afectación de la salud pública y del personal la presentación no solo implica en cómo se deben entregar los residuos a los prestadores de la labor de recolección sino que él/los usuarios deberán disponerlos en los horarios y frecuencias establecidas de lo contrario existirá enfermedades ocasionados por vectores a la población.

• **ETAPA DE RECOLECCIÓN**

La recolección por parte de los operadores al prestar el servicio a los usuarios debe cumplir con los siguientes indicadores: la calidad, cobertura y continuidad ó frecuencia horaria. Estos con el fin de no generara algún tipo de emergencias de salud pública y ambiental.

Los prestadores del servicio deberán enfrentar cualquier alteración de estos indicadores, sin embargo la falta de cultura para sacar los residuos en el horario establecido generar impactos al medio ambiente y la salud pública, puesto que personas no aptas para la labor alteran el buen funcionamiento.

No obstante los impactos que se generan en la recolección al medio ambiente son:

- ✓ Baja contaminación del agua superficial o subterránea por generación de lixiviados provenientes de la mezcla de residuos y su alta tasa de descomposición
- ✓ Baja generación de olores proveniente de los RSU, ya que la tasa de descomposición de RSU no es rápida además el tiempo que se demora generándose y recolectándose no es largo así que el impacto es mínimo
- ✓ Baja emisión de partículas de los RSU, pero alta emisión de material particulado de los vehículos compactadores generados por el uso de combustibles fósiles para su movilización
- ✓ Altos niveles de ruido provenientes de los vehículos compactadores en el momento de la recolección
- ✓ Infiltración accidental de lixiviados al suelo que dependerá de la forma de recolección de los RSU y la entrega de los mismos a los prestadores del servicio incurriendo en un posible un derrame de liquido de los RSU
- ✓ Desplazamiento de aves, solo se presenta si la frecuencia y cobertura del servicio no es la adecuada en el sector donde se lleve a cabo esta labor, sin embargo la alteración del ciclo de vida de las aves se ve afectado por los cambios que presenta la ciudad, por el constante crecimiento y disminución de las zonas verdes
- ✓ La proliferación de vectores es baja ya que la frecuencia de recolección es alta y no hay posibilidad de generación desmedido de agentes patógenos

- ✓ Posible afectación de la salud del personal, en la medida que el personal cuenta con el aprovisionamiento de elementos de trabajo adecuados y el personal haga uso apropiado de estos, existirá un potencial riesgo ya sea alto o bajo, sin embargo a largo plazo pueden verse comprometidos parte de su salud por desconocimiento de los residuos recolectados
- ✓ Aumento de la demanda de mano de obra, la cantidad de empleados que se requieren para el modelo actual de gestión es alta ya que el modelo de consumo de la sociedad así lo requiere , sin embargo algunos usuarios están fomentando el modelo circular es decir un consumo responsable tanto de productores como consumidores generando una cadena de vida útil apropiado para los residuos
- ✓ Aumento de inclusión de la población recicladora al modelo actual brindando oportunidades dignas de trabajo
- ✓ Ampliación de la cobertura del servicio de recolección en las zonas rurales de Bogotá generando una alta calidad del servicio a estas zonas, de igual manera estos indicadores son los más relevantes en esta etapa ya que por medio de esto se mide el rendimiento, el costo y la oportunidad de acceder a este servicio.

• ETAPA DE VALORIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO

La etapa de valorización y aprovechamiento de los RSU, es una etapa que no genera impactos al modelo general sino por el contrario existen impactos asociados a esta actividad en particular. Sin embargo a medida que se implementa la política de Basura Cero los usuarios y los prestadores de servicio de valoración y/o aprovechamiento van acoplando las diferentes situaciones ambientales y sociales, no obstante debido al poco manejo de esta temática se generan los siguientes impactos como:

- ✓ Alta generación de olores y de gases por parte de algunos residuos sólidos como envases plásticos y de vidrio que se han separado previamente sin ningún tratamiento como limpieza
- ✓ Posible emisión de material particulado de alguno(s) de los RSU aprovechables como baterías, bombillos etc.
- ✓ Cambio de uso de suelo y valor del terreno asociado a la construcción de bodegas para esta actividad en zonas no autorizadas como zonas residenciales
- ✓ Infiltración accidental de lixiviados y/o líquidos de algunos de los residuos que sin un previo tratamiento es posible generar algún riesgo de salud pública y ambiental
- ✓ Posible acumulación de material aprovechable en bodegas generando una proliferación de vectores como moscas o roedores
- ✓ Inclusión de la población recicladora en la actividad de aprovechamiento de RSU

- **ETAPA DE TRANSPORTE**

En el momento de transportar RSU sin una previa selección del material apto para el reciclaje se genera impactos que afectan directamente al usuario en la parte económica, al ambiente y a la sociedad, de acuerdo con lo anterior los siguientes son impactos que se generan en esta etapa:

- ✓ Baja Generación de olores y gases, pero los olores pueden ser molestos para el personal y afectar la salud a largo plazo
- ✓ Aumento de emisión de partículas, el uso de compactadores de alta capacidad movidos por combustibles fósiles generan emisión de partículas que afectan a largo plazo al personal y al ambiente
- ✓ Altos niveles de ruido del carro compactador
- ✓ Proliferación de vectores por el uso de vehículo que no tengan las características apropiadas para transportar generan proliferación agentes patógenos como moscas
- ✓ Posible afectación de la salud del personal, en la medida que el personal cuenta con el aprovisionamiento de elementos de trabajo adecuados y el personal haga uso apropiado de estos, existirá un potencial riesgo ya sea alto o bajo, sin embargo a largo plazo pueden verse comprometidos parte de su salud por desconocimiento de los residuos transportados
- ✓ Ampliación de la cobertura del servicio de transporte en las zonas rurales de Bogotá generando una alta calidad del servicio a estas zonas, de igual manera estos indicadores muestran la cantidad de material que se transportara al RSDJ.

- **ETAPA DE DISPOSICION FINAL**

La etapa de disposición final es la más compleja ya que genera mayor impacto ambiental y social, pues los actores como los usuarios, los operarios y las autoridades son los principales responsables de esta problemática. A diferencia de otros países Colombia resuelve disponer sus residuos en un relleno sanitario generando costos operativos y ambientales, como se refleja a continuación la lista de impactos asociados a esta etapa:

- ✓ Baja disponibilidad de agua limpia dentro del RSDJ
- ✓ Baja calidad del agua del rio Tunjuelito por la contaminación proveniente de industrias, hogares y la planta de tratamiento de lixiviados del RSDJ
- ✓ Alta generación de olores y de gases debido a la descomposición de RSU dentro del RSDJ y zonas aledañas al RSDJ
- ✓ Alta emisión de material particulado por el transporte y movilización del mobiliario del RSDJ afectando a la población aledaña
- ✓ Aumento del nivel de ruido dentro del RSDJ por la actividad de operación del RSDJ afectando al personal y a la población aledaña
- ✓ Aumento del cambio de uso suelo en los alrededores del RSDJ
- ✓ Disminución del valor del terreno de zonas aledañas al RSDJ

- ✓ Posible infiltración accidental de lixiviados al suelo del RSDJ generando deterioro ambiental
- ✓ Cambio de vegetación, disminución de zonas verdes y remoción de cobertura vegetal para el funcionamiento del RSDJ afectando a la población aledaña
- ✓ Aumento de reforestación de las áreas afectadas contiguas al RSDJ
- ✓ Aumento del desplazamiento y desaparición de aves debido al cambio de las zonas verdes y la disminución de vegetación alrededor del RSDJ
- ✓ Proliferación de vectores tanto en la zona de operación del relleno sanitario como en lugares aledaños
- ✓ Disminución y Alteración del paisaje de las zonas contiguas al RSDJ
- ✓ Generación de enfermedades a la población cercana al RSDJ
- ✓ Afectación a largo plazo de la Salud del personal
- ✓ Aumentó de la Demanda mano de obra para operar el RSDJ

7.2.4. Determinación de la importancia difusa de los impactos

De acuerdo con la matriz de impactos se identificó las acciones que pueden causar impacto sobre uno o varios factores ambientales. Para determinar su importancia difusa de cada uno de los impactos que se obtiene a partir del grado de incidencia (Intensidad) de la alteración producida.

En la metodología convencional se propone calcular la importancia de los impactos por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ij} = NA_{ij} (3IN_{ij} + 2EX_{ij} + MO_{ij} + PE_{ij} + RV_{ij} + SI_{ij} + AC_{ij} + EF_{ij} + PR_{ij} + MC_{ij})$$

Cuyos términos son: NA (naturaleza), I (intensidad), EX (extensión), MO (momento), PE (persistencia), RV (reversibilidad), SI (sinergia), AC (acumulación), EF (efecto), PR (periodicidad) y MC (recuperabilidad). Las hojas de trabajo se encuentran dentro del Anexo 24 y el resultado de la importancia para cada impacto se observa en la Tabla 12.

En resumen cada Impacto podrá clasificarse de acuerdo a su importancia (I) como:

- ✓ Irrelevante o Compatible: $0 \leq I < 25$
- ✓ Moderado: $25 \leq I \leq 50$
- ✓ Severo: $50 \leq I \leq 75$
- ✓ Crítico: $75 \leq I$

Tabla 12. Matriz de Importancia de Impactos

			UIP		ACCION								
					A1	A2	A3	A4	A5	A6	TOTAL ABSOLUTA	TOTAL RELATIVA	EIA
FACTOR AMBIENTAL	AMBIENTE 100%	MEDIO ABIOTICO 54%	F1	6						(-) M	(-) M	(-)I	(-)I
			F2	6	(-)I	(-)I	(-)I			(-)S	(-)C	(-)I	(-)I
			F3	6	(-)I	(-)I	(-)I	(-)I	(-)I	(-)S	(-)C	(-)I	(-)I
			F4	6	(-)I			(-)I	(-)I	(-)S	(-)C	(-)I	(-)I
			F5	6			(-)I	(-)I	(-)I	(-)S	(-)C	(-)I	(-)I
			F6	6			(+)I		(-)I	(-) M	(-) M	(-)I	(-)I
			F7	6				(-)I		(-) M	(-)S	(-)I	(-)I
			F8	6				(-)I		(-) M	(-)S	(-)I	(-)I
			F9	6	(-)I	(-)I	(+)I	(-)I		(-)S	(-)C	(-)I	(-)I
		MEDIO BIOTICO 24%	F10	4	(-)I					(-) M	(-)S	(-)I	(-)I
			F11	4	(-)I					(-) M	(-)S	(-)I	(-)I
			F12	4						(-) M	(-) M	(-)I	(-)I
			F13	4						(-) M	(-) M	(-)I	(-)I
			F14	4	(-)I		(-)I			(-) M	(-)S	(-)I	(-)I
			F15	4	(-)I		(-)I	(-)I	(-)I	(-) M	(-)C	(-)I	(-)I
		MEDIO SOCIOECONOMICO Y PAISAJISTICO 22%	F16	4						(-)S	(-)S	(-)I	(-)I
			F17	4						(-)S	(-)S	(-)I	(-)I
			F18	3	(-)I	(-)I	(-)I	(-)I		(-) M	(-)C	(-)I	(-)I
			F19	3		(-)I	(-)I	(-)I	(-)I	(-) M	(-)C	(-)I	(-)I
			F20	2			(+)I			(-) M	(-)I	(-)I	(-)I
			F21	2			(+)I	(-)I			(+) M	(+)I	(+)I
			F22	2			(+)I		(+)I		(+) M	(+)I	(+)I
			F23	2			(+)I		(+)I		(+) M	(+)I	(+)I
TOTAL ABSOLUTA				100	(-)C	(-)S	(-)I	(-)C	(-)S	(-)C	(-)C	/	/
TOTAL RELATIVA					(-)C	(-)C	(-)C	(-)C	(-)I	/	(-)I	(-)I	

Fuente: La Autora

7.2.5. Análisis de la Magnitud

La magnitud de un impacto es la valoración cuantitativa de los efectos sobre los factores ambientales. Para conocer la magnitud del impacto del proyecto se necesita identificar los indicadores ambientales de cada factor.

Como los indicadores ambientales tienen unidades propias y por tanto cada factor será medido en unidades diferentes, como consecuencia no se podría realizar una valoración adecuada, para ello se necesita una conversión a unidades estándares que permiten valorar adecuadamente dichos valores, esto se conoce como función de transformación el cual relaciona el comportamiento del factor ambiental referentes a la calidad ambiental.

La relación estándar varía entre cero y uno [0-1] y etiquetas lingüísticas que permite relacionar la calidad ambiental como nada, muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto. De acuerdo a la Tabla 13.

Tabla 13. Rangos de Calidad Ambiental

Calificación	Valoración
0	Nada
0,2	Muy Bajo
0,4	Bajo
0,6	Medio
0,8	Alto
1	Muy Alto

Fuente: La Autora

A continuación se muestran los indicadores de calidad ambiental Tabla 14 propuestos para evaluar cada uno de los factores ambientales. Vale la pena aclarar que los indicadores son parámetros escogidos con base en la normativa ambiental vigente y en documentos de entidades publica ambientales.

De igual manera los indicadores seleccionados y su función de transformación a unidades de calidad ambiental y la tabla de cálculo para la magnitud se presentan en el Anexo 25, y la magnitud del impacto según la importancia se observa en la Tabla 15.

Tabla 14. Función de transformación utilizada para la calidad ambiental

Fi	FACTOR AMBIENTAL	FUNCION DE CALIDAD AMBIENTAL
F1	Disponibilidad del agua	Lineal Creciente
F2	Calidad del agua	Lineal Decreciente
F3	Generación Olores	Lineal Decreciente
F4	Generación de gases	Lineal Decreciente
F5	Emisión de partículas	Lineal Decreciente
F6	Nivel de ruido	Lineal Decreciente
F7	Cambio de uso suelo	Lineal Decreciente
F8	Cambios del valor del terreno	Lineal Creciente
F9	Infiltración accidental por lixiviados	Lineal Decreciente
F10	Cambio de vegetación	Lineal Creciente
F11	Disminución zonas verdes	Lineal Creciente
F12	Remoción de cobertura vegetal	Lineal Creciente
F13	Reforestación	Lineal Creciente
F14	Desplazamiento y desaparición de aves	Lineal Creciente
F15	Proliferación de vectores	No existe
F16	Calidad del paisaje	Lineal Creciente
F17	Alteración del paisaje	Lineal Creciente
F18	Salud publica	Lineal Creciente
F19	Salud del personal	Lineal Creciente
F20	Demanda mano de obra	Lineal Creciente
F21	Inclusión población recicladora	Lineal Creciente
F22	Cobertura del servicio	Lineal Creciente
F23	Calidad del servicio	Lineal Creciente

Fuente: La Autora

Tabla 15. Matriz de Magnitud de Impactos

			UIP		ACCION								
					A1	A2	A3	A4	A5	A6	TOTAL ABSOLUTA	TOTAL RELATIVA	EIA
FACTOR AMBIENTAL	AMBIENTE 100%	MEDIO ABIOTICO 54%	F1	6						M	M	I	I
			F2	6	I	I	I			S	C	I	I
			F3	6	I	I	I	I	I	S	C	I	I
			F4	6	I			I	I	S	C	I	I
			F5	6			I	I	I	S	C	I	I
			F6	6			I		I	M	S	I	I
			F7	6				I		M	S	I	I
			F8	6				I		M	S	I	I
			F9	6	I	I	I	I		S	C	I	I
		MEDIO BIOTICO 24%	F10	4	I					M	M	I	I
			F11	4	I					M	S	I	I
			F12	4						M	M	I	I
			F13	4						M	M	I	I
			F14	4	I		I			M	S	I	I
			F15	4									
		MEDIO SOCIOECONOMICO Y PAISAJISTICO 22%	F16	4						M	M	I	I
			F17	4						S	S	I	I
			F18	3	I	I	I	I		M	S	I	I
			F19	3		I	I	I	I	I	M	I	I
			F20	2			I			I	I	I	I
			F21	2			I	I			M	I	I
			F22	2			I		I		M	I	I
			F23	2			I		I		M	I	I
TOTAL ABSOLUTA				100	I	M	C	C	C	C			
TOTAL RELATIVA					C	C	C	C	I		I	I	

Fuente: La Autora

7.2.6. Impacto Ambiental Total

Para el análisis de los resultados obtenidos en las matrices de importancia y de magnitud ambiental es necesario desarrollar una matriz de evaluación global donde se estable la relación simultanea de cada impacto con la calidad ambiental correspondiente. Como se observa en la Tabla 16.

Tabla 16.Resumen de Impactos Totales

Fi	FACTOR AMBIENTAL	Importancia del Impacto		Magnitud del Impacto		Evaluación Total del EIA
		Efectos Totales		Efectos Totales		
		ABSOLUTA	RELATIVA	ABSOLUTA	RELATIVA	
F1	Disponibilidad del agua	(-) M	(-)I	M	I	(-)I
F2	Calidad del agua	(-)C	(-)I	C	I	(-)I
F3	Generación Olores	(-)C	(-)I	C	I	(-)I
F4	Generación de gases	(-)C	(-)I	C	I	(-)I
F5	Emisión de partículas	(-)C	(-)I	C	I	(-)I
F6	Nivel de ruido	(-) M	(-)I	S	I	(-)I
F7	Cambio de uso suelo	(-)S	(-)I	S	I	(-)I
F8	Cambios del valor del terreno	(-)S	(-)I	S	I	(-)I
F9	Infiltración accidental por lixiviados	(-)C	(-)I	C	I	(-)I
F10	Cambio de vegetación	(-)S	(-)I	M	I	(-)I
F11	Disminución zonas verdes	(-)S	(-)I	S	I	(-)I
F12	Remoción de cobertura vegetal	(-) M	(-)I	M	I	(-)I
F13	Reforestación	(-) M	(-)I	M	I	(-)I
F14	Desplazamiento y desaparición de aves	(-)S	(-)I	S	I	(-)I
F15	Proliferación de vectores	(-)C	(-)I			(-)I
F16	Calidad del paisaje	(-)S	(-)I	M	I	(-)I
F17	Alteración del paisaje	(-)S	(-)I	S	I	(-)I
F18	Salud publica	(-)C	(-)I	S	I	(-)I
F19	Salud del personal	(-)C	(-)I	M	I	(-)I
F20	Demanda mano de obra	(-)I	(-)I	I	I	(-)I
F21	Inclusión población recicladora	(+) M	(+)I	M	I	(+)I
F22	Cobertura del servicio	(+) M	(+)I	M	I	(+)I
F23	Calidad del servicio	(+) M	(+)I	M	I	(+)I
Total de Impactos Absolutos		(-)C		C		
Total de Impactos Relativos			(-)I		I	(-)I

Fuente: La Autora

7.3. FASE 3: Análisis de resultados

a. Análisis de resultados de acuerdo a las acciones:

Con respecto a la matriz de importancia y a su calificación las acciones que son negativas y críticas para el medio son: la generación de residuos, la valoración y/o aprovechamiento, y la disposición final.

Ahora bien, las demás acciones como la presentación y transporte su grado de impacto no es alto pero debe considerarse que afectan negativa y severamente al medio ambiente. Por último la recolección presenta un nivel irrelevante pero no deja de ser igualmente negativo.

De acuerdo a la valoración absoluta es decir la matriz de magnitud las acciones más críticas son la recolección, la valoración y/o aprovechamiento, transporte y la disposición final. En cambio la acción del proyecto moderado es la presentación y la acción irrelevante es la generación.

En resumen según la matriz de importación de impactos ambientales y magnitud con respecto a las acciones se considera en su totalidad negativas, es decir que se debe mejorar el modelo actual de gestión de RSU para la ciudad promoviendo nuevas alternativas que benefician el ambiente, la sociedad y la economía.

b. Análisis de resultados de acuerdo a los factores:

Para el análisis de los factores ambientales se debe tener en cuenta que cada uno corresponde a un medio diferente, es decir medio abiótico, biótico y socioeconómico y paisajístico. Sin embargo para considerar los medios debemos recurrir a los factores impactados directamente o indirectamente por el proyecto debido a que estos permiten un examen exhaustivo del medio alterado por el proyecto y establecer si impacta positiva o negativamente.

A continuación se analizara la importancia de los factores y si el medio que corresponde el factor se afecta positiva o negativamente:

- Importancia Crítica y Negativa del medio abiótico los factores impactados son: Calidad de agua, Generación de olores, Generación de gases, Emisión de partículas, Infiltración accidental de lixiviados.
- Importancia Crítica y Negativa del medio biótico los factores impactados son: Proliferación de vectores
- Importancia Crítica y Negativa del medio socioeconómico y paisajístico los factores impactados son: Salud pública y del personal.

- Importancia Severa y Negativa del medio biótico los factores correspondientes son: Cambio uso de suelo, Cambio de valor de terreno, Cambio de vegetación, Disminución zonas verdes, Desplazamiento y desaparición de aves
- Importancia Severa y Negativa del medio socioeconómico y paisajístico los factores correspondientes son: Calidad visual del paisaje y alteración del paisaje
- Importancia Moderada y Negativa del medio abiótico los factores afectados son: Disponibilidad de agua, Nivel de ruido.
- Importancia Moderada y Negativa del medio biótico los factores afectados son: Remoción de cobertura vegetal y Reforestación.
- Importancia Moderada y Positiva del medio socioeconómico y paisajístico los factores son: Demanda mano de obra, Cobertura y Calidad del servicio.

De lo anterior se concluye que los medios biótico, abiótico y socioeconómico se ven afectados positiva y negativamente según el análisis de cada factor, por consiguiente la valoración absoluta de cada factor debe ser similar a la matriz de importancia

7.4. FASE 4: Propuesta multicriterio de alternativas

En esta fase del proyecto se presenta un modelo de gestión de RSU como se observa en la Tabla 17 y las posibles alternativas de manejo de algunos RSU generados en la ciudad como los RESPEL y residuos pos consumo, como se observa en el Anexo 26.

De acuerdo a los diagnósticos se resume el modelo actual en Colombia y Bogotá como:

- ✓ Exclusión de la población recicladora en el negocio
- ✓ La gestión se fundamenta en recoger residuos sin la previa selección del material, es decir mezclado, dispuestos en diferente color y tamaño de bolsa para así ser transportados a la opción más conocida como el relleno sanitario
- ✓ No hay un total aprovechamiento de algunos materiales seleccionados en fuente

- ✓ Los residuos se consideran como un desecho mas no como una materia prima
- ✓ La tarifa del servicio de aseo solo refleja el costo de la recolección, el transporte y la disposición final
- ✓ Existe debilidad en las entidades encargadas del control de RSU, RESPEL y pos consumo

Con base en lo anterior se plantea los lineamientos para un modelo adecuado de gestión de RSU donde se establecen los siguientes principios:

- ✓ Gestión integral de residuos
- ✓ Análisis integral del ciclo de vida
- ✓ Gestión diferenciada por materiales
- ✓ Responsabilidad extendida del producto
- ✓ Inclusión social
- ✓ Economía circular
- ✓ Restructuración de la clasificación de residuos
- ✓ Fomento del uso de mecanismo más limpio para la producción de bienes y servicios para aumentar la prevención

Estos principios se plantean con el fin de reestructurar el actual modelo, ya que este se basa principalmente en la recolección y disposición final en relleno sanitario ignorando las demás etapas como tratamiento y aprovechamiento adecuado de los RSU.

Así que el nuevo modelo planteado implica las siguientes etapas: Producción, Prevención, Generación, Separación en la fuente, Almacenamiento, Recolección, Transportes y Acopio, Valoración y Aprovechamiento y Disposición final.

Producción: Referente a los productores de bienes y servicios que contemplan en la fabricación la responsabilidad ambiental en cuanto a eco diseño y eco etiquetado.

Prevención: Correspondiente al consumo sostenible del o los demandantes de bienes y servicios estableciendo una economía circular del productor y consumidor sobre estos elementos. Corresponde

Generación: Incentiva la educación ambiental y la cultura ciudadana, además los productores deben fomentar mecanismos de producción más limpia y la facturación o tarifa debe ser proporcional al volumen generado de residuos.

Separación en la fuente: Relativo a la gestión diferencial por materiales previamente seleccionados por los generadores (grandes o pequeños).

Almacenamiento: Distribución de los RSU, RESPEL y pos consumo en puntos verdes ya sean fijos o móviles

Recolección, transporte y acopio: La recolección selectiva del material previamente seleccionado y dispuesto en los puntos verdes fijos o móviles de estos materiales debe realizarse por medio de estaciones de transferencia.

Valorización y aprovechamiento: debe realizarse en plantas de tratamiento de acuerdo a las características de o los residuos previamente seleccionados, almacenados y transportados.

Disposición final: las tarifas para disponer en el relleno sanitario deben ser recaudadas de acuerdo al volumen transportado a este lugar sin embargo se espera que solamente llegue material que no pudo ser tratado ni aprovechado adecuadamente.

Tabla 17. Modelo General de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos

Modelo de General de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos								
Producción	Prevención	Generación	Separación en la fuente	Almacenamiento	Recolección	Transporte y Acopio	Aprovechamiento y Valoración	Disposición Final
-Restringir el uso de materiales no reciclables. -Establecer tamaños máximos para empaques según su contenido. -Establecer la utilización mínima de material reciclado.	-Consumo sostenible: Autorregulación , autogestión, compras públicas sostenibles. -Reutilización.	Modificar los hábitos de consumo a partir de la educación ambiental	Almacenar separadamente los residuos orgánicos putrescibles y el resto	Domiciliarios: Dos bolsas (orgánico putrescibles y resto)	Recolección selectiva: Reciclables y Respel	Centros de acopio local	Orgánicos Putrescibles: compostaje en el lugar de generación y/o con organizaciones	-Llegara a los rellenos sanitarios exclusivamente residuos que no sean susceptibles para aprovechamiento. -El costo de disposición de residuos en estos lugares se elevara.
		Institucionales: Tres bolsas (orgánico putrescibles, reciclable, Respel)		Resto: planta integrales de reciclaje				
		La tarifa de aseo se verá afectada por el volumen de residuos producidos					Industriales: Tres bolsas (orgánico putrescible, reciclable, Respel)	
				Comerciales: Tres bolsas (orgánico putrescible, reciclable, Respel)				

Fuente: La Autora

8. CONCLUSIONES

- ✓ El Estudio de Impacto Ambiental es una predicción sobre la forma en que un proyecto repercute sobre el ambiente por consiguiente se involucran factores que permiten medir el medio abiótico, biótico y socioeconómico del entorno y las acciones en que se desarrolla un proyecto.
- ✓ La Evaluación Difusa de Impacto Ambiental mide variables lingüísticas con variables numéricas que permiten realizar operaciones matemáticas adecuando conceptos vagos en la matriz de importancia, esto quiere decir que la matriz de importancia de otras metodologías de evaluación de impacto ambiental no diferencian claramente la calificación y su significado del impacto como irrelevante, moderado, severo y critico.
- ✓ El entorno ambiental del Modelo de Gestión de RSU para Bogotá es muy complejo y por tanto no se puede describir con un solo modelo, es decir que se debe modelar con un conjunto de factores ambientales que sean relevantes, representativos y fáciles de analizar.
- ✓ Algunas de las variables involucradas para el análisis de los factores ambientales que se ven alterados por las acciones del modelo de gestión de RSU son de tipo numérico (cuantitativo) y lingüístico (cualitativo) así que la técnica difusa debe ser capaz de combinar ambos elementos. Sin embargo, la valoración cualitativa de la técnica difusa usa variables cuantitativas representadas en la matriz de importancia las cuales emplean etiquetas para caracterizar variables que son cuantificables con números enteros.
- ✓ La matriz de magnitud al igual que la matriz de importancia usa etiquetas lingüísticas y variables numéricas.
- ✓ Para el análisis de la magnitud de cada factor involucrado en cada acción del proyecto implica el uso de la función de transformada que se apoya en el concepto de calidad ambiental, el cual puede ser un indicador intangible y por tanto se cuantifica con la normativa vigente para algunos de estos factores relacionados con el medio. No obstante otros indicadores de calidad ambiental pueden ser imprecisos, ya que algunos factores ambientales no es posible encontrar un indicador ambiental medible.
- ✓ De acuerdo al análisis de los factores seleccionados con resultados críticos y negativos son Calidad de agua, Generación de olores, Generación de gases, Emisión de partículas, Infiltración accidental de lixiviados, Proliferación de vectores, Salud pública y Salud del personal.

- ✓ Existen acciones del modelo de gestión de RSU que según los resultados de las matrices de importancia y magnitud son críticas y negativas para el ambiente como la generación de residuos, la valoración y/o aprovechamiento, y la disposición final.
- ✓ Con respecto a la matriz final y el análisis de resultados se propone un modelo piloto de gestión de RSU y un modelo piloto para cada residuo generado en la ciudad de Bogotá.
- ✓ Existe y persiste una falta de compromiso de las entidades públicas y los generadores (grandes y pequeños), ya que el desconocimiento de los programas genera fallas del modelo actual de gestión de RSU, es decir que las políticas son laxas para los generadores y los entes reguladores no son eficientes para las sanciones.
- ✓ Las entidades prestadoras del servicio de aseo en el Distrito Capital garantizan la recolección y transporte de los RSU de grandes y pequeños generadores pero no instauran programas de obligatorio cumplimiento para los generadores que son el objetivo fundamental del modelo de RSU.
- ✓ El modelo planteado genera una responsabilidad directa tanto del productor como del consumidor, en cuanto a que al productor lo invita a ser responsable con lo que ofrece en el mercado y el consumidor con lo que demanda, ya que así se puede garantizar una vida útil más extensa y productiva de los diferentes bienes y servicios del mercado.
- ✓ De igual forma el modelo plantea una separación adecuada de todos los materiales que se usan en las residencias, en las industrias, en el comercio y en las instituciones, ya que el generador cumple un papel importante en el ciclo de economía circular que es uno de los pilares del modelo de gestión de RSU planteado por basura cero.
- ✓ Las demás acciones implícitas en el modelo propuesto desarrollan un adecuado manejo de los residuos sólidos dependiendo del material que se ha separado previamente así pues al realizar la disposición final deberá ir únicamente los residuos que por su origen no pueden ser ni reducidos, ni reciclados, ni reutilizados y recuperados.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Para el uso de la técnica difusa era indispensable usar el software AIEIA por la versatilidad y accesibilidad pero de acuerdo a la metodología se puede realizar paso a paso sin necesidad del software ya que este se encuentra en desusos para el público general.
- ✓ La técnica difusa al igual que otras metodologías para la evaluación de impacto ambiental implica un complejo criterio en el momento de la selección de los factores ambientales, ya que se puede caer en la mala decisión de estos y por ende la relación de los factores ambientales debe explicar implícitamente las acciones del proyecto.
- ✓ Se pudo incurrir en errores al momento de la calificación de la importancia de los impactos asociados al proyecto.
- ✓ El uso de la técnica difusa puede ajustarse a varios proyectos, ya que el modelo planteado por el Doctor Luis A. García desarrolla tres proyectos en donde implica el manejo adecuado de los criterios planteados para el desarrollo del objetivo principal que es la evaluación de impactos ambientales.

10. BIBLIOGRAFIA

- [1] UAESP, «Resolucion 132 de 2004,» UAESP, 1 Septiembre 2004. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15260>. [Último acceso: 14 Enero 2014].
- [2] DANE, «CENSO GENERAL 2005,» DANE, 22 Mayo 2005. [En línea]. Available: <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/censos>. [Último acceso: 14 Enero 2014].
- [3] Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, «Aspectos generales de los metodos de evaluacion de impacto ambiental,» 2010. [En línea]. Available: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201030/Contenidoline/leccin_1_aspectos_generales_de_los_mtodos_de_evaluacion_de_impacto_ambiental.html. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [4] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «Decreto 2981 de 2013,» 20 Diciembre 2013. [En línea]. Available: http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_2981_2013.htm. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [5] Constitucion Politica de Colombia, «Título 2 - De los derechos, las garantías y los deberes / Capítulo 3: De los derechos colectivos y del ambiente / Artículo 79,» 1991. [En línea]. Available: <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-79>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [6] Congreso de la Republica, «Decreto 2811 de 1974,» 18 Diciembre 1974. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [7] Congreso de la Republica, «Ley 09 de 1979,» 24 Enero 1979. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [8] Congreso de la República, «Ley 99 de 1993,» 22 Diciembre 1993. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [9] Congreso de la Republica, «Ley 142 de 1994,» 11 Julio 1994. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [10] Ministerio de Desarrollo Economico, «Decreto 605 de 1996,» Congreso de la Republica, 27 Marzo 1996. [En línea]. Available:

- <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1358>. [Último acceso: 16 Enero 2014].
- [11] Congreso de la Republica, «Ley 286 de 1996,» 07 Julio 1996. [En línea]. Available: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/3666.pdf>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
 - [12] Ministerio del Medio Ambiente, «Politica para la gestion integral de residuos,» Agosto 1997. [En línea]. Available: <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/poli/politica%20de%20residuos.pdf>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
 - [13] Congreso de la Republica , «Ley 511 de 1999,» 4 Agosto 1999. [En línea]. Available: http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/ley_0511_1999.htm. [Último acceso: 28 Enero 2015].
 - [14] Ministerio de Desarrollo Economico, «Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS,» Ministerio de Desarrollo Economico, 17 Noviembre 2000. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38541>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
 - [15] Congreso de la Republica, «Ley 632 de 2000,» Congreso de la Republica, 29 Diciembre 2000. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4632>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
 - [16] Congreso de la Republica , «Ley 689 de 2001,» 28 Agosto 2001. [En línea]. Available: <https://pwh.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=O1vzL0CtA6Q%3D&tabid=1031>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
 - [17] Ministerio de Desarrollo Economico , «Decreto 891 de 2002,» 7 Mayo 2002. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5334>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
 - [18] Ministerio del Medio Ambiente, «Decreto 1713 de 2002,» 8 Agosto 2002. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
 - [19] Minsiterio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, «Decreto 1505 de 2003,» 6 Junio 2003. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8434>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
 - [20] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, «Decreto 1140 de 2003,» 7 Mayo 2003. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8003>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
 - [21] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, «Resolucion 1045 de 2003,» 26 Septiembre 2003. [En línea]. Available: http://190.85.6.171/Sistematizacion_Normatividad/Suelo/Resoluci%C3%B3n_1045_de_2003

.pdf. [Último acceso: 28 Enero 2015].

- [22] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, «Decreto 838 de 2005,» 23 Marzo 2005. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16123>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [23] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 1390 de 2005,» Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 27 Septiembre 2005. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=17799>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [24] Congreso de la Republica, «Ley 1259 de 2008,» 19 Diciembre 2008. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34388>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [25] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 1684 de 2008,» 25 Septiembre 2008. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=33203>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [26] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, «Decreto 3695 de 2009,» 25 Septiembre 2009. [En línea]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2009/dec_3695_2009.pdf. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [27] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 1822 de 2009,» 22 Septiembre 2009. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37500>. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [28] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 1529 de 2010,» 6 Agosto 2010. [En línea]. Available: http://190.85.6.171/normas/RESIDUOS_SOLIDOS/Resolucion_1529_de_2010.pdf. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [29] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 1297 de 2010,» 8 Julio 2010. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40019>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [30] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 1511 de 2010,» 5 Agosto 2010. [En línea]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Programa_posconsumo_existente/RESOLUCION_1511_BOMBILLAS.pdf. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [31] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 1512 de 2010,» 5 Agosto 2010. [En línea]. Available:

- <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40106>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [32] Congreso de la Republica, «Artículo 1466 de 2011,» 30 Junio 2011. [En línea]. Available: <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/ley146630062011.pdf>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [33] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 1890 de 2011,» 28 Septiembre 2011. [En línea]. Available: http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_1890_2011.htm. [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [34] Congreso de la Republica, «Ley 1672 de 2013,» 19 Julio 2013. [En línea]. Available: <file:///C:/Windows/system32/config/systemprofile/Desktop/Ley%201672%20de%202013.pdf>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [35] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «Decreto 920 de 2013,» 8 Mayo 2013. [En línea]. Available: <http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/tabla%20legislacion/Decretos/Decreto%20920-2013.pdf>. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [36] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Residuos solidos,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?catID=1273&conID=7727>. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [37] Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios, «Situacion de la disposicion final de residuos solidos en Colombia.,» Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios, Bogotá, 2011.
- [38] UAESP-JICA, «Proyecto de estudio del plan maestro para el manejo integral de Residuos Solidos en Bogotá,» UAESP-JICA, Bogotá, 2013.
- [39] Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios, «Informe Sectorial de los Servicios Públicos d Acueducto, Alcantarillado y Aseo - Grandes Prestadores,» Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios, Bogotá, 2013.
- [40] Procuraduria General de la Nacion, «Primer Informe de Seguimiento de Gestion de Residuos Solidos en Colombia,» Procuraduria General de la Nación, Bogotá, 2003.
- [41] Center for Clean Air Policy, «Evaluacion de NAMA del Sector de Residuos en Colombia,» Center for Clean Air Policy, Bogotá, 2012.
- [42] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Construccion de criterios tecnicos para el aprovechamiento y valorizacion de residuos solidos organicos con alta tasa de biodegradacion, plastico, vidrio, papel y carton,» Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, 2008.

- [43] Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios, «Disposicion final de residuos solidos en Colombia,» Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios, Bogotá, 2013.
- [44] Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios, «Estudio Sectorial de Aseo,» Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios, Bogotá, 2006.
- [45] RAEE.ORG.CO, «Responsabilidad Extendida del Productor-REP,» 16 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://raee.org.co/pagina-ejemplo/gestion-integral-de-los-raee/rep-responsabilidad-extendida-del-productor/>. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [46] Aluna Consultores Ltda., «Resumen ejecutivo del Estudio Nacional de Reciclaje,» 2011. [En línea]. Available: http://www.cempre.org.co/documentos/servicios/6575-Estudio%20Nacional%20de%20Reciclaje_Resumen%20Ejecutivo.pdf. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [47] Alcaldía Mayor de Bogotá, «Decreto 619 de 2000,» 28 06 2000. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3769>. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [48] Concejo de Bogotá, «Acuerdo 249 de 2013,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=54891>. [Último acceso: 2 Febrero 2015].
- [49] UAESP, «Resolucion 701 de 2013,» 4 Diciembre 2013. [En línea]. Available: http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/index.php?view=article&catid=1%3Aboletines-de-prensa&id=94%3Aresolucion-701-de-2013&format=pdf&option=com_content&Itemid=73. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [50] Asociacion de Recicladores de Bogotá ESP, «Asociacion de Recicladores de Bogotá ESP,» 2012. [En línea]. Available: <http://asociacionrecicladoresbogota.org/?p=435>. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [51] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 312 de 2006,» 15 Agosto 2006. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21059>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [52] Corte Constitucional , «Tutela 724 de 2003,» 8 Agosto 2003. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=11617>. [Último acceso: 2 Febrero 2015].
- [53] L. A. G. Leyton, Tesis Doctoral- Aplicacion del Analisis Multicriterio en la Evaluacion de Impacto Ambiental, Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya, 2004.
- [54] F. Mafla, «Sistemas de contención de lixiviados en rellenos sanitarios y su efecto en la contaminación de aguas subterráneas,» *UNIMARINA*, nº 41, pp. 23-35, 2007.
- [55] E. Giraldo, «Tratamiento de lixiviados de Rellenos Sanitarios,» *Revista de Ingenieria*, nº 14,

pp. 44-55, 2001.

- [56] H. A. N. Aguilar, «LIXIVIADOS ¿Ques son y Como se clasifican?,» *Unicach Ingenieria Ambiental NAS-JOME*, nº 4, pp. 3-5, 2009.
- [57] F. Schmidt, «Valoracion de Biogas en un Relleno Sanitario,» Feria y Seminario Internacional de Residuos Solidos y Peligrosos. Siglo XXI, Medellin , 1999.
- [58] CYDEP, UESP- Alcaldia Mayor de Bogotá-Union Temporal FICHTNER-, «Plan Maestro para el Manejo Integral de los ResiduosSolidos Bogotá,» CYDEP, UESP- Alcaldia Mayor de Bogotá-Union Temporal FICHTNER-, Bogotá, 2006.
- [59] V. y. D. T. Ministerio de Ambiente, «Protocolo para el Control y Vigilancia de la contaminacion atmosferica generada por fuentes fijas,» Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, 2010.
- [60] Viceministerio de Ambiente, «Politica de Prevencion y Control de la Contaminacion del Aire,» Viceministerio de Ambiente, Bogotá, 2010.
- [61] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 190 de 2004 - POT,» Alcaldia Mayor de Bogotá, 22 Junio 2004. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13935>. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [62] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 456 de 2010,» Alcaldia Mayor de Bogotá, 27 Octubre 2010. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40643>. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [63] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 113 de 2013,» Alcaldia Mayor de Bogotá, 20 Marzo 2013. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=52363>. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [64] C. Espinoza, «Atenuacion natural de un contaminantes presentes en el liquido percolado por un relleno sanitario pequeño,» *Groundwater and Human Development*, pp. 1-10, 2002.
- [65] Secretaria de Transito y Transporte de Bogotá, «FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD PARA BOGOTÁ D.C.- COMPONENTE AMBIENTAL,» Bogotá, 2008.
- [66] L. K. y. K. J. K. JOSÉ RENTE NASCIMENTO, «Áreas verdes urbanas en América Latina: una introduccion,» *Areas Verdes Urbanas en Latinoamerica y el Caribe*, pp. 16-28, 1997.
- [67] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 984 de 1998,» Alcaldia Mayor de Bogotá, 26 Noviembre 1998. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1593>. [Último acceso: 22 Julio 2014].

- [68] Alcaldía Mayor de Bogotá, «Decreto 472 de 2003,» Alcaldía Mayor de Bogotá, 23 Diciembre 2003. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=10997>. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [69] J. I. Borrero, *Aves Migratorias de la Sabana de Bogotá*, 1989.
- [70] B. C. Zambrano, «La biodiversidad Bogotana,» *La TADEO*, pp. 89-98, 2002.
- [71] L. Ramirez, «Contaminación acústica afecta ecosistema y especies animales en Bogotá,» Señal Memoria, 23 Noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.senalmemoria.gov.co/index.php/home/actualidad/item/627-contaminaci%C3%B3n-ac%C3%B3stica-afecta-ecosistema-y-especies-animales-en-bogot%C3%A1>. [Último acceso: 7 27 2014].
- [72] O. L. G. G. C. M. M. F. M. G. O. Y. L. G. FABIÁN MÉNDEZ, «EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA EN LA SALUD DE GRUPOS POBLACIONALES EN SU ÁREA DE INFLUENCIA,» Universidad del Valle, Bogotá, 2006.
- [73] Hospital Vista Hermosa I Nivel, E.S.E., «Boletín Epidemiológico quincenal de Ciudad Bolívar # 9,» Hospital Vista Hermosa I Nivel E.S.E., Bogotá.
- [74] E. Perez, «Paisaje Urbano en Nuestras Ciudades,» *Bitacora*, vol. 4, nº 1, pp. 33-37, 2000.
- [75] J. L. V. Muñoz, «La protección del paisaje y los paisajes protegidos. Caminos virtuosos para la construcción social del territorio,» *Descúbrelos: Áreas Protegidas Urbanas. Área Metropolitana del Valle de Aburrá*, nº 1.
- [76] Congreso de la Republica, «Decreto 1220 de 2005,» Congreso de la Republica, 21 Abril 2005. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16316>. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [77] Greenpeace Argentina, *Resumen de los Impactos Ambientales y Sobre la Salud de los Rellenos Sanitarios*, Buenos Aires, 2004.
- [78] Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD, «Lista de Chequeo y Metodo de Leopold,» 2010. [En línea]. Available: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201030/Contenidoline/leccion_2_la___listas_de_chequeo___mtodo_de_leopold.html. [Último acceso: 29 Enero 2014].
- [79] Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD, «Metodo de Batelle-Columbus y Metodo de Transparencia,» 2010. [En línea]. Available: atateca.unad.edu.co/contenidos/201030/Contenidoline/leccin_3_mtodo_battellecolumbus_y_el_mtodo_de_transparencias.html. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [80] Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD, «Metodo de Sistemas de Informacion Geografica,» 2010. [En línea]. Available:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201030/Contenidoline/leccin_4____los_sistemas_de_informacin_geogrfica_sig.html. [Último acceso: 29 Enero 2015].

- [81] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Resolucion 940 de 1997,» 23 Octubre 1997. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1093>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [82] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 545 de 2007,» 21 Noviembre 2007. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=27580>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [83] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 620 de 2007,» 28 Diciembre 2007. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=28150>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [84] Alcaldia Mayor de Bogotá- Secretaria de Planeación, «Decreto 612 de 2007,» 28 Diciembre 2007. [En línea]. Available: <http://www.leyex.info/leyes/Decretoamb612de2007.htm>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [85] Concejo de Bogotá, «Acuerdo 344 de 2008,» 23 Diciembre 2008. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34262>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [86] Concejo de Bogotá, «Acuerdo 322 de 2008,» 24 Septiembre 2008. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=32765>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [87] Concejo de Bogotá, «Acuerdo 417 de 2009,» 17 Diciembre 2009. [En línea]. Available: concejodebogota.gov.co/concejo/site/artic/.../acuerdo_515_12.pdf. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [88] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 261 de 2010,» 7 Julio 2010. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39986>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [89] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 456 de 2010,» 27 Octubre 2010. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40643>. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [90] Concejo de Bogotá, «Acuerdo 515 de 2012,» 24 Diciembre 2012. [En línea]. Available: http://concejodebogota.gov.co/concejo/site/artic/20121227/asocfile/20121227123315/acuerdo_515_12.pdf. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [91] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 113 de 2013,» 20 Marzo 2013. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=52363>. [Último acceso: 29 Enero 2015].

- [92] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 349 de 2014,» 27 Agosto 2014. [En línea]. Available: http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=165. [Último acceso: 29 Enero 2015].
- [93] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Decreto 064 de 2012,» 15 Febrero 2012. [En línea]. Available: http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/NotIntranet/Decret_064_2012.pdf. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [94] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Resolucion 1074 de 1997,» 28 Octubre 1997. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=974>. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [95] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Resolucion 601 de 2006,» 4 Abril 2006. [En línea]. Available: http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Resolucion601_20060404.htm. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [96] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 627 de 2006,» 7 Abril 2006. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19982>. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [97] Banco de la Republica, «Indice del precio de uso de suelo en Bogotá,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.banrep.gov.co/es/IPSB>. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [98] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, «Permeabilidad del Suelo,» [En línea]. Available: ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s09.htm. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [99] M. C. B. M. Ana Katherine Arteta Barragan, *Diseño de un instrumento tecnico ambiental para la valoracion de impactos ambientales y sociales en rellenos sanitarios en funcionamiento. Estudio de caso: M unicipio de Girardot- Cundinamarca*, Bogotá: Universidad de la Salle, 2008.
- [100] Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, «Antecedentes y problematica de los residuos solidos,» [En línea]. Available: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358045/ContenidoLinea/leccin_1_antecedentes_y_problemtica_de_los_resduos_slidos.html. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [101] P. M. Diaz, «El Paisaje como elemento de la ordenacion del territorio,» 2010. [En línea]. Available: http://www.bdigital.unal.edu.co/3734/1/32143590.2011_1.pdf. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [102] Observatorio Ambiental de Bogotá, «Casos Atendidos por Enfermedad Respiratoria Aguda- ERA,» 17 Junio 2014. [En línea]. Available: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?s=l&id=305&v=l>. [Último acceso: 2014 Octubre 2014].

- [103] DANE, «Ficha Metodologica- Gran Encuesta Integrada de Hogares,» 22 Marzo 2013. [En línea]. Available: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/empleo/ficha_metodologica_GEIH13.pdf. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [104] UAESP, «Avance Plan de Inclusion de Poblacion Recicladora en Bogotá,» 30 Septiembre 2013. [En línea]. Available: http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/BasuraCero/AvancePlandelInclusion.pdf. [Último acceso: 14 Octubre 2014].
- [105] L. E. A. Cabra, «Modelo de regulacion y construccion de indicadores para empresas de servicio publico,» *CONTEXTO-Revista de Derecho y Economia*, nº 24, pp. 95-117, 2008.
- [106] J. B. d. B. J. C. M. Secretaría Distrital de Ambiente, Arbolado Urbano de Bogotá, Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010.
- [107] S. D. d. A. y. E. d. A. y. A. d. B. Alcaldía Mayor de Bogotá, «Calidad del Sistema Hidrico de Bogotá,» Agosto 2008. [En línea]. Available: http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/220042/calidad_del_recurso_hidrico2008.pdf. [Último acceso: 22 Julio 2014].
- [108] Sistema de Informacion Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana, «Tasa promedio anual de deforestacion,» [En línea]. Available: <http://siatac.co/web/guest/tasa-deforestacion>. [Último acceso: 14 Octubre 2014].

