

**PANORAMA ACTUAL DE LA SITUACIÓN MUNDIAL, NACIONAL Y DISTRITAL
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.
ANÁLISIS DEL CASO BOGOTÁ D.C. PROGRAMA *BASURA CERO***

**Tesis para optar al grado de:
Ingeniero Ambiental**

**Presentado por:
Edwin Fabián Avendaño Acosta**

**Directora:
Blanca Catalina Albarracín**

**Bogotá, Colombia
Mayo del 2015**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. GENERALIDADES.....	11
1.1. Estado del arte	11
1.2. Identificación del problema de investigación.....	13
1.2.1. Hipótesis de investigación	14
1.2.2. Sistematización del problema.....	14
1.2.3. Objetivos.....	17
1.2.4. Justificación.....	18
2. GENERALIDADES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	19
2.1. Producción de Residuos Sólidos en la actualidad mundial	20
2.2. Características y clasificación de los Residuos Sólidos	26
2.3. Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS	30
2.4. Sistemas de tratamiento y disposición final de RS.....	34
2.5. Aspectos técnicos de un Relleno Sanitario.....	40
3. LEGISLACIÓN AMBIENTAL SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS.....	46
3.1. Normatividad a nivel internacional	46
3.2. Normatividad a nivel nacional - Colombia.....	48
3.2.1 Normas técnicas colombianas - NTC	49
3.3. Normatividad a nivel distrital - Bogotá.....	51
4. PANORAMA ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN COLOMBIA	52
4.1. Datos generales de producción.....	53

4.2. Tipos de disposición final de RS más utilizados en Colombia.....	56
4.3. Métodos de tratamiento y aprovechamiento de RS usados en Colombia.....	58
5. PANORAMA ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN BOGOTÁ.....	62
5.1. Organigrama institucional para el manejo de RS en Bogotá.....	63
5.2. Antecedentes del Programa <i>Basura Cero</i>	65
5.2.1. El programa <i>Basura Cero</i> como Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS para Bogotá.....	66
5.3. Modelo administrativo y operativo del programa <i>Basura Cero</i>	71
5.4. Conflictos socioambientales en Bogotá inherentes a los RS.....	76
6. RELLENO SANITARIO “DOÑA JUANA”	78
6.1. Generalidades del relleno sanitario.....	79
6.2. Procesos internos para la disposición final de los RS.	82
6.3. Estadísticas actualizadas del relleno sanitario	85
6.4. Vida útil real del relleno	87
6.5. Problemática socioambiental asociada al relleno sanitario	91
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Proyección de la producción mundial per cápita y total de RS por regiones para los años 2012 y 2025	22
Tabla 2.2: Características fisicoquímicas y microbiológicas de los RS	27
Tabla 2.3: Clasificación de los RS.....	29
Tabla 2.4: Sistemas de tratamiento de RS ordinarios.....	36
Tabla 2.5: Sistemas de tratamiento de RS peligrosos.....	38
Tabla 2.6: Sistemas y prácticas de disposición final de RS.....	39
Tabla 2.7: Aspectos generales para la construcción de un Relleno Sanitario.	42
Tabla 3.1: Convenios internacionales y Residuos Sólidos	47
Tabla 3.2: Convenios internacionales suscritos por Colombia con relación a los RS.....	47
Tabla 3.3: Marco legal colombiano sobre Residuos Sólidos.....	48
Tabla 3.4: Marco legal del Distrito Capital sobre Residuos Sólidos	51
Tabla 4.1: Valores típicos de PPC (Kg / [habitante*día]) para municipios colombianos	53
Tabla 4.2: Valores típicos de PPC según el estrato socioeconómico	53
Tabla 4.3: Composición física de los RS para diferentes ciudades y según el ingreso per cápita por habitante.	54
Tabla 4.4: Sistemas de disposición final Colombia 2013.....	57
Tabla 4.5: Métodos de tratamiento de RS utilizados por el INS	59
Tabla 5.1: Equipamientos e infraestructura para PGIRS Bogotá D.C., año 2004.....	66
Tabla 6.1: Estimación de caudales de lixiviados generados en la Fase II Relleno Sanitario “Doña Juana”	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Porcentaje aportes por regiones producción mundial de RS año 2012.....	21
Figura 2.2: Variación trimestral del PIB en Argentina período 1996 - 2010	23
Figura 2.3: Toneladas de RS ingresadas anualmente al CEAMSE durante 1996 a 2010	23
Figura 2.4: Producción per cápita de residuos sólidos generados en el sector residencial de Medellín.....	24
Figura 2.5: Esquema general de un Plan de Manejo Integral de RS	33
Figura 2.6: Método de trinchera o zanja.....	43
Figura 2.7: Método de área.....	44
Figura 2.8: Método combinado	44
Figura 2.9: Esquema básico de un Relleno Sanitario	45
Figura 4.1: Variación de la producción de RS con respecto al aumento poblacional en Colombia durante los últimos 10 años (2003 – 2013).....	55
Figura 4.2: Generación de residuos peligrosos en Colombia período 2010 a 2012	56
Figura 4.3: Distribución de municipios por tipo de sistemas de disposición final RS en Colombia para el año 2013.....	57
Figura 4.4: Tratamiento de RS orgánicos en Colombia - 2008	60
Figura 4.5: Cantidades de residuos peligrosos por operación de tratamiento en 2012	61
Figura 5.1: Organigrama institucional para el manejo de RS en Bogotá D.C.....	64
Figura 5.2: Modelo de recolección de RS en Bogotá antes del programa <i>Basura Cero</i>	67
Figura 5.3: Modelo de recolección proyectado para el programa <i>Basura Cero</i>	69
Figura 5.4: Propuesta del distrito para el aprovechamiento de los RS	70
Figura 5.5: Organigrama básico institucional programa <i>Basura Cero</i>	72
Figura 5.6: Volante pedagógico programa <i>Basura Cero</i>	73
Figura 5.7: Plegable pedagógico programa <i>Basura Cero</i>	74
Figura 5.8: Organigrama básico operativo programa <i>Basura Cero</i>	75
Figura 6.1: Ubicación del relleno sanitario Doña Juana en la ciudad	79
Figura 6.2: Perspectiva topográfica del relleno sanitario Doña Juana con respecto a la expansión urbana	80

Figura 6.3: Distribución Interna Relleno Sanitario “Doña Juana”	82
Figura 6.4: Promedio mensual de toneladas de RS dispuestas en el Relleno Sanitario “Doña Juana” años 2000 a 2014.....	85
Figura 6.5: Estadística anual de RS dispuestos en el relleno “Doña Juana” años 2004 a 2014	86
Figura 6.6: Vida útil del relleno “Doña Juana” sin Plan Maestro	89
Figura 6.7: Vida útil del relleno “Doña Juana” con Plan Maestro	90
Figura 6.8: Planta de tratamiento de lixiviados relleno sanitario “Doña Juana”	93
Figura 6.9: Déficit del tratamiento de lixiviados en función del caudal de diseño de la PTL Relleno sanitario “Doña Juana”.....	93
Figura 6.10: Panorámica de algunas zonas estabilizadas en el relleno sanitario durante la administración del CGR “Doña Juana”	94

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas tres décadas, la problemática ambiental ha escalado como una prioridad en las políticas gubernamentales de casi todas las naciones. Entre los aspectos más relevantes del tema, se encuentra la ambiciosa intención de establecer una relación sostenible con la naturaleza. Para tal fin, se han identificado ciertas situaciones de gran interés para la humanidad, a saber: la finitud del recurso hídrico, la contaminación del mismo, la polución del aire y la pérdida del suelo. En todos los contextos anteriores, es evidente el impacto directo que originan los residuos sólidos generados por los innumerables asentamientos humanos; así pues, un punto crítico de control ambiental en la sociedad moderna es el relacionado con la producción, recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos. Al respecto, es bueno comentar que en los últimos veinte años se han focalizado esfuerzos significativos, por parte de algunas organizaciones intergubernamentales, que propenden por la adopción de medidas regulativas y mitigadoras sobre los efectos de la problemática mencionada.

En este escenario, Colombia no es ajena a la polución ocasionada durante la generación y posterior disposición final de los distintos Residuos Sólidos; aún más, se presume que los efectos medioambientales por esta situación se han incrementado, paulatinamente, a raíz de una serie de cambios evidenciados en los hábitos de consumo de los habitantes, la ampliación de los frentes económicos de la industria y el crecimiento poblacional ocurrido en los últimos años. Ahora bien, en Colombia las ciudades principales representan la parte más sensible de la problemática asociada a los RS; entre todas, quizás Bogotá es la ciudad con mayores falencias en lo que respecta al tema debido a su condición de Distrito Capital y a la dinámica

sociocultural que esto representa. Actualmente, los RS generados por los habitantes de la ciudad se disponen en el relleno sanitario “Doña Juana” que, a lo largo de su operación, ha producido distintas emergencias sanitarias y múltiples afectaciones a la comunidad; adicionalmente, se debe mencionar la existencia de la Planta de Biogás “Doña Juana” con la que se ha pretendido el aprovechamiento energético del material dispuesto en el relleno.

Por su parte, la actual administración de la ciudad puso en marcha una política distrital para el manejo integral de los RS conocido como el programa *Basura Cero*; dicho programa, es la apropiación de una estrategia internacional que ha sido replicada en diferentes partes del mundo. En su esencia teórica, el programa busca implementar un nuevo esquema en la recolección y aprovechamiento de los residuos; al mismo tiempo, involucra un componente pedagógico que persigue el cambio en la cultura ciudadana con actividades de reducción, reutilización y reciclaje del material residual. Teniendo en cuenta el contexto mundial, nacional y los antecedentes de la ciudad en cuanto a RS, se considera válido y de gran utilidad para la comunidad el establecimiento e identificación de las bondades y desventajas que puedan estar inscritas en la implementación del programa mencionado. De igual manera, se busca profundizar sobre el funcionamiento actual de los principales componentes técnicos involucrados en el posible éxito o desacierto de la tendencia ambiental *Basura Cero*, aplicado a la ciudad de Bogotá. A continuación, se ofrece un panorama actual sobre la situación de los RS en la ciudad de Bogotá estructurado a partir de la revisión general de aspectos sobre los RS a nivel mundial, así como la comparación de los métodos y objetivos del esquema propuesto por *Basura Cero*, con respecto a la realidad nacional y distrital, para determinar su viabilidad legal, retos tecnológicos por enfrentar y posibles conflictos sociales que deba superar.

RESUMEN

El crecimiento desmedido de la población mundial ha originado un aumento en la demanda de productos y bienes generados a partir de la sobreexplotación de los recursos naturales; adicionalmente, el cambio en las costumbres de consumo de los individuos ha conllevado al incremento en la oferta de estos productos y bienes. Ambos sucesos, se consideran como multiplicadores de la generación de residuos sólidos en el planeta. En Colombia, esta situación se agrava cada vez más en su Distrito Capital; por tal razón, se ha realizado la construcción de un panorama actual sobre el manejo de los Residuos Sólidos en la ciudad de Bogotá, mediante la revisión del programa distrital para la gestión integral de los RS - Programa *Basura Cero*, la identificación de los actores involucrados y la evaluación del relleno sanitario “Doña Juana”.

Palabras clave: Residuos Sólidos; Gestión Integral de Residuos Sólidos; Programa *Basura Cero*; Disposición Final; Relleno Sanitario.

ABSTRACT

The excessive global population growth has caused an increase in demand for products and goods produced through the over-exploitation of natural resources; additionally, the change in consumption habits of individuals has led to the raising of these products and goods. Both events are considered as multipliers of solid wastes generation on the planet. In Colombia, this situation is worsening in the Distrito Capital; for this reason, it was decided to build a current overview of the solid wastes situation in Bogota, by reviewing the district program of integrated solid wastes management - Programme *Basura Cero*, identifying actors involved and evaluating of Sanitary Landfill "Doña Juana".

Keywords: Solid Wastes; Integrated Solid Wastes Management; Programme *Basura Cero*; Final Disposal; Sanitary Landfill.

1. GENERALIDADES

1.1. Estado del arte

Inevitablemente, la elaboración de un panorama local sobre el manejo integral de RS obliga a la revisión de la situación actual, estrategias y dinámicas inherentes a la realidad de los RS en el ámbito mundial. Al respecto, se debe precisar que sobre el tema son varias las publicaciones ofrecidas por distintas entidades con evidente reconocimiento y confiabilidad como el Banco Mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), por mencionar las de mayor influencia. Ahora bien, la información más precisa se registra en el documento “What a waste. A Global Review of Solid Waste Management” publicado en el año 2012 por el Banco Mundial; en tal publicación, se confirma el preocupante incremento de la población mundial así como el aumento de la urbanización de los territorios con su consecuente repercusión en la generación exponencial de RS.

Por otro lado, se debe señalar que a nivel nacional son múltiples las guías, protocolos, estudios e informes elaborados por las entidades ambientales que tratan de formar un compendio veraz con la información registrada a nivel regional. En este contexto, cabe mencionar que los datos estadísticos son recopilados inicialmente por las autoridades ambientales competentes de carácter municipal o departamental; luego, dicha información es reportada al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) que, a su debido tiempo, ingresará las cifras al Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Por último, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS) procede con el análisis de la información para la socialización de las estadísticas y la formulación de políticas ambientales.

Sobre lo anterior, se debe comentar que en los últimos diez años la información más precisa sobre la situación de los RS en Colombia proviene de algunas entidades gubernamentales con funciones de vigilancia y control ambiental; en este aspecto, se destacan los informes anuales sobre el estado de los recursos naturales en el país publicados por el IDEAM, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SUPERSERVICIOS) y la Defensoría del Pueblo de Colombia. En el contexto académico, se han elaborado muy pocas investigaciones que pudieran ofrecer claridad sobre la dinámica de los RS en el país. De los documentos oficiales, se puede inferir una creciente implementación de rellenos sanitarios en todo el territorio nacional; no obstante, se evidencia también el aumento en la producción de los RS y el estancamiento en las técnicas de tratamiento para los residuos especiales.

Finalmente, para el caso de Bogotá se cuenta con las publicaciones periódicas de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), algunos estudios de cooperación internacional y dos investigaciones académicas sobre *Basura Cero*, una de la Universidad de la Salle y otra de la Universidad Santo Tomás¹. Según la información consultada, es innegable la crítica situación por la que atraviesa el programa de gestión integral de residuos sólidos de la capital. En tal sentido, los datos ofrecidos por las entidades distritales sólo ofrecen estadísticas de producción y proyecciones de acciones que fortalecerían el nuevo esquema de recolección de basuras; mientras que los seguimientos ajenos a la administración, declaran constantes desaciertos y procesos inviables en el programa *Basura Cero*.

¹ Para mayor información consultar el vínculo <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10988/1/Caracterizacion%20del%20nuevo%20esquema%20basura%20cero.pdf>

1.2. Identificación del problema

En la actualidad, muchas megaciudades han implementado el programa *Basura Cero* como una estrategia socioambiental para el aprovechamiento de los RS y la mitigación del impacto que supone su disposición final. En este sentido, se considera que Bogotá está sumida en un imperdonable atraso en sus políticas públicas al no contar con un esquema eficiente para el manejo de los RS. Ahora bien, en diciembre del año 2012 inicia el cambio en el sistema de recolección de los RS en la capital que dio comienzo a la instauración del programa *Basura Cero*; de manera general, la idea de la administración del alcalde Gustavo Petro era la de volver completamente pública la prestación de un servicio que en ese momento manejaban empresas privadas. Sin embargo, la nueva entidad encargada de la recolección *Aguas de Bogotá*, filial de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB-ESP), no tuvo la suficiente capacidad operativa y durante tres días se generó una emergencia ambiental por acumulación de basuras en las calles de la ciudad.

Así pues, algunos actores movidos por intereses económicos y las presiones políticas obligaron a la recontractación de los antiguos prestadores privados del servicio para apoyar la gestión de la empresa *Aguas de Bogotá*; al mismo tiempo, una serie de querellas elevadas hasta instancias de control terminaron con la destitución temporal del burgomaestre en diciembre del 2013. De lo anterior, surgen interrogantes como cuál es la pertinencia de implementar el concepto de *Basura Cero* en Bogotá, cuál es el estado actual y real de los RS en la capital del país y cómo están funcionando las interacciones entre el programa *Basura Cero* y el Relleno Sanitario.

1.2.1. Hipótesis de investigación

La situación actual de los RS en el mundo obliga a que megaciudades como Bogotá implementen, promuevan y mantengan las estrategias del programa *Basura Cero* para poder asegurar la protección del medio ambiente y satisfacer las necesidades de la ciudadanía en cuanto a la prestación de un óptimo servicio de aseo, al tiempo que se procura por la sostenibilidad en las dinámicas socioambientales optimizando el aprovechamiento de los RS.

1.2.2. Sistematización del problema

Inicialmente, se debe comentar que la presente investigación requirió de una revisión bibliográfica minuciosa para poder ser desarrollada satisfactoriamente; en este sentido, fue necesario estructurar un trabajo con enfoque descriptivo que permitiera el correcto abordaje de la temática. Debido a la importancia que tiene la gestión de los residuos sólidos para Bogotá y el álgido momento que atraviesa su manejo, se debe desplegar especial atención a todos los sucesos novedosos que ocurran alrededor del tema. Así pues, se determinó la conveniencia de estructurar seis fases para desarrollar las actividades tendientes a lograr los objetivos planteados:

1. Fase de revisión bibliográfica sobre RS a nivel mundial:

Para dar comienzo al abordaje adecuado del tema de investigación, se realizó la consulta de la información más precisa y actual que existiera sobre la generación, disposición final y dinámica de los RS en el mundo. De igual manera, en esta fase se revisaron las generalidades técnicas sobre RS, tales como: procesos de generación, tratamiento, aprovechamiento, clasificación, tipos de disposición final, entre otros aspectos.

2. Fase de revisión bibliográfica sobre RS a nivel nacional:

Al igual que en la fase inicial, para el desarrollo de esta etapa se consideró indispensable la revisión de los estudios técnicos sobre RS realizados por empresas u organizaciones de reconocida trayectoria, así como los informes y documentos estadísticos generados por las entidades del Estado.

3. Fase de revisión bibliográfica sobre los antecedentes del manejo integral de los RS en Bogotá y el programa *Basura Cero*:

Durante la ejecución de esta fase, se dio comienzo al acercamiento con el programa Basura Cero de la ciudad de Bogotá; debido a que el programa se promocionó mediante herramientas exclusivas del Distrito, fue necesario consultar el periódico Humanidad, los folletos educativos elaborados por la UAESP y los estudios técnicos generados por la administración distrital.

4. Fase de consulta directa en las entidades del distrito que estén involucradas con el programa *Basura Cero*:

Para tener acceso a toda la información disponible, se procedió a visitar las bibliotecas y/o archivos de la EAB, UAESP, Secretaría Distrital de Ambiente y SUPERSERVICIOS. Asimismo, se concertaron 2 citas con funcionarios de la UAESP y el Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juana (CGR Doña Juana) para despejar dudas sobre los datos consultados y lograr los permisos necesarios para las visitas proyectadas.

5. Fase de análisis e interpretación de la información:

Luego de haber compilado los datos actuales a nivel mundial, nacional y distrital, tanto de producción como disposición final de RS, se procedió con el análisis de la información para

comprender cuáles aspectos resultaban de interés para interpretar la dinámica de los RS. Para esta fase, se consideró de capital importancia la valoración de los cambios en las cantidades de producción, volúmenes dispuestos y total de RS aprovechados.

6. Fase de visitas técnicas al relleno sanitario:

Para la confirmación de cierta información consultada sobre el relleno sanitario “Doña Juana”, así como para la visualización del estado real y actual del mismo, se realizaron dos visitas técnicas autorizadas por el CGR Doña Juana. Así pues, la primera visita se llevó a cabo el lunes 10 de marzo del 2014 entre las 9 am y 11 am; la segunda visita se cumplió el jueves 3 de julio del mismo año entre las 8 am y 10 am.

7. Fase de actualización, revisión y consolidación final de la información:

Debido al tiempo que tomó la consulta de la información y el proceso de revisión del documento, se dedicó un período para la actualización y consolidación final de los datos registrados. De igual manera, fue necesaria la retroalimentación del estudio con los datos ofrecidos en las publicaciones hechas durante el primer trimestre del 2015 por algunas entidades gubernamentales, sobre el comportamiento de los RS a nivel nacional y distrital.

1.2.3. *Objetivos*

Objetivo General

Describir el panorama actual de los residuos sólidos en los contextos mundial, nacional y distrital para comprender y analizar el programa *Basura Cero* implementado en la ciudad de Bogotá D.C.

Objetivos Específicos

- Identificar las características generales del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) vigente en la ciudad de Bogotá D.C.
- Comparar las diferencias entre la nueva propuesta de la administración distrital *Basura Cero* y los procesos que se aplicaban para el manejo de los RS.
- Identificar a los operadores y actores involucrados en el manejo integral de residuos sólidos de la ciudad, cada una de sus competencias y finalidades dentro del mismo.
- Determinar la vida útil real y evaluar los procesos que se llevan a cabo en el relleno sanitario “Doña Juana”.
- Determinar la conveniencia y eficiencia de la puesta en marcha del programa *Basura Cero* en el Distrito Capital.

1.2.4. Justificación

En Colombia, los impactos ambientales negativos relacionados con la generación y disposición final de RS son cada vez más numerosos y profundos; al respecto, se debe mencionar que el manejo actual de los RS en la capital del país atraviesa por circunstancias de alta tensión social y profundas dificultades de carácter logístico. Sin lugar a dudas, la gestión de los RS en una urbe con casi ocho millones de habitantes resulta ser una labor de alto impacto ambiental y un tópico muy sensible para la ciudadanía; por tal razón, se consideró pertinente y provechosa la elaboración de un panorama actual de los RS para la ciudad de Bogotá que, entendido como una herramienta de control ciudadano, permita comprender y dilucidar las múltiples disputas político-económicas que se han suscitado entre distintos grupos sociales a raíz de este tema.

Ahora bien, en el contexto de las ciencias ambientales se ha generado una motivación profesional para esclarecer la situación real del esquema general y funcionamiento del programa *Basura Cero*, retomado e impulsado por la administración del alcalde mayor Gustavo Petro; desde la óptica social, se ha originado un interés personal que persigue la visualización de todo el entramado que conforma la red global de participantes, tanto públicos como privados, involucrados en la gestión integral de los RS. Por último, se consideró de capital importancia el dar a conocer una valoración técnica de la situación actual del relleno sanitario “Doña Juana”, así como de su operación y funcionamiento, debido a la relevancia que tiene este componente en la superestructura del programa *Basura Cero*.

2. GENERALIDADES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Para dar comienzo a la focalización paulatina del tema y área de interés del presente estudio, se hace necesaria la revisión de ciertas generalidades asociadas a los RS en su componente global. En este contexto, cabe escudriñar rápidamente sobre la evolución de la conceptualización de RS en los niveles académico, científico y social; al respecto, se encuentran apreciaciones como la de Glynn y Gary en la que *“los residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que nos son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar”* (1999, p. 568). Sin lugar a dudas, esta concepción resulta bastante ambigua si se reconoce que *“el término residuo no corresponde con la acepción de la palabra desecho, pues ésta trae implícita la no utilidad de la materia”* (Jiménez, 2001, p. 453). En realidad, hasta los años setenta los RS fueron conocidos indiscriminadamente como “basura” pero desde la década de los ochenta se han expuesto argumentos técnicos para comprender que *“la denominación de residuos es mucho más apropiada que la de desperdicios, desechos o basuras”* (López, Pereira y Rodríguez, 1980, p. 229).

Poco a poco, el inconsciente colectivo de la mayoría de las comunidades ha interiorizado la significación disímil de los conceptos *basura* y *residuo sólido*; de tal forma que los RS podrían considerarse como los materiales de un proceso, normalmente industrial o domiciliario, que después de haber sido sometidos al uso por necesidades mercantiles o de supervivencia, han quedado como sobrantes del ciclo particular pero que son susceptibles a la reintroducción, por aprovechamiento o disposición final inocua, al ciclo general de producción

o al ciclo ecosistémico. Por el contrario, las basuras serán entendidas como los desechos últimos que no tienen la cualidad de ser recuperados, reutilizados o reciclados y cuya única opción es el tratamiento técnico para mitigar su impacto ambiental negativo al momento de ser dispuestos. En otras palabras, puede decirse que la basura deberá catalogarse de manera unificada para todo el mundo, en un futuro muy próximo, como el residuo ulterior de toda actividad, es decir, como el desecho de los RS. Hoy en día, muchos países no tienen claridad sobre las diferencias técnicas expuestas y si la tienen, aún falta un compromiso serio en la ejecución de programas adecuados para el aprovechamiento y el correcto manejo de los materiales sobrantes. No obstante, se evidencia un creciente esfuerzo, por parte de la mayoría de los gobiernos y organismos intergubernamentales, para conocer y abordar la problemática que representa la generación de RS en las esferas económica, social y ambiental.

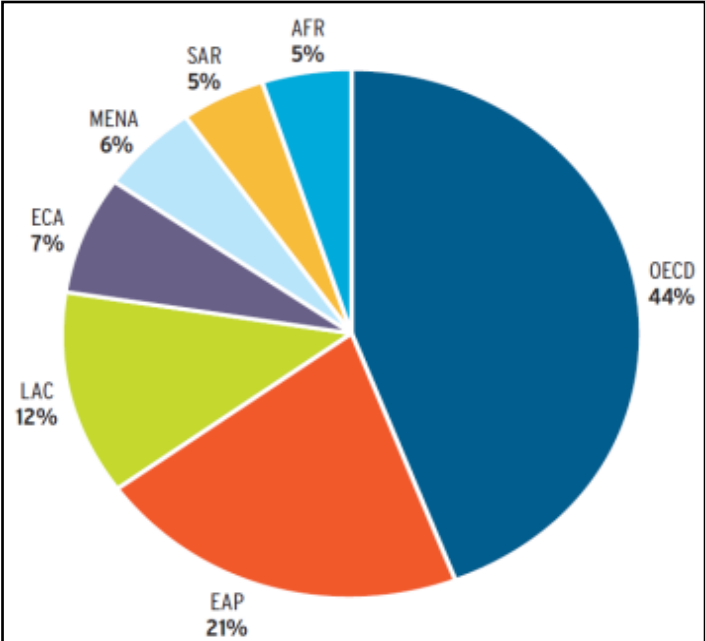
2.1. Producción de Residuos Sólidos en la actualidad mundial

En la actualidad, existe una tendencia mundial que propende por el fortalecimiento de la conciencia ambiental de la sociedad; así pues, se plantea una búsqueda permanente de mecanismos, estrategias y tecnologías capaces de mitigar la pérdida acelerada de los recursos naturales del planeta como alternativa de solución al agotamiento de los recursos naturales, la pérdida de ecosistemas y diversidad ecológica. Entre los problemas que se presentan a nivel mundial, se destacan los grandes inconvenientes relacionados con la generación y disposición final de los RS, ya que el crecimiento demográfico e industrial hace que diariamente se arrojen millones de toneladas a las superficies terrestre y acuática, sin ningún tipo de tratamiento ni manejo previo, produciéndose una grave polución que implica consecuencias irreversibles.

Aunque teóricamente el cálculo de la producción de Residuos Sólidos obedece a una fórmula sencilla donde intervienen una tasa de generación per cápita y la variable poblacional de la zona a caracterizar, al momento de realizar la cuantificación se encuentran dificultades relacionadas con el comportamiento socioeconómico de las comunidades, hábitos de consumo de los individuos y la clasificación de los RS.

Según los investigadores del Banco Mundial, Hoornweg y Bhada-Tata (2012), para el año 2025 se espera que la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) tienda a duplicarse debido a que la producción per cápita pasará de 1,2 a 1,42 Kg/habitante en los próximos 15 años; es así como la producción actual de 1.300 millones Tn/año será de 2.200 millones para el año 2025. Entre las causas de este incremento, se mencionan el alto crecimiento poblacional, los hábitos de consumo en países industrializados, así como los cambios en las costumbres de consumidores que habitan los países en vía de desarrollo.

Figura 2.1: Porcentaje aportes por regiones producción mundial de RS año 2012



Fuente: Hoornweg y Bhada-Tata 2012: (9).

Tabla 2.1: Proyección de la producción mundial per cápita y total de RS por regiones para los años 2012 y 2025.

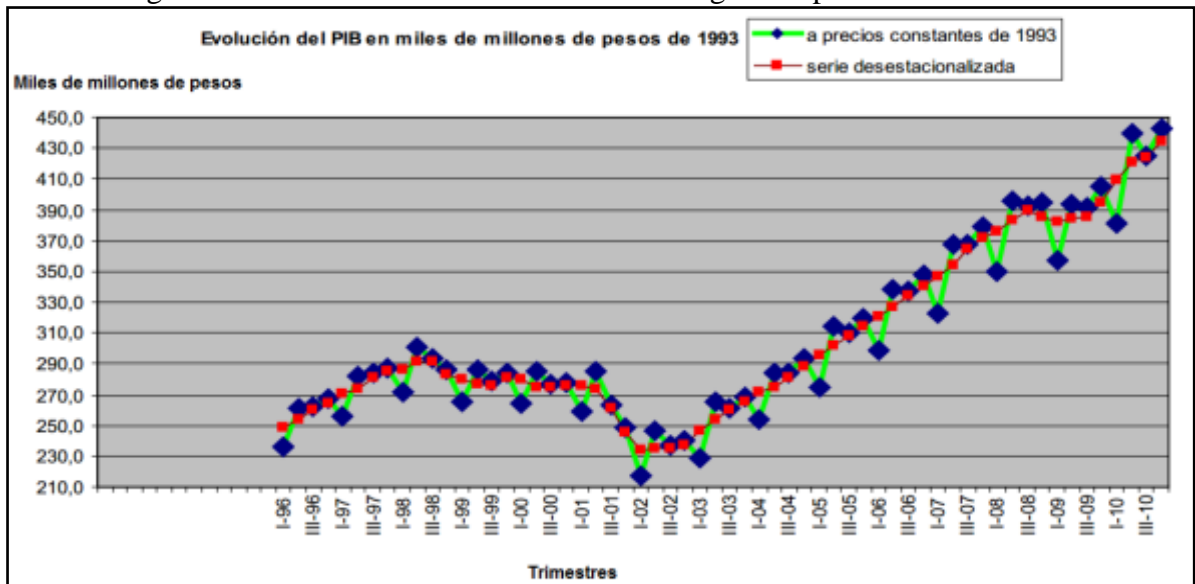
Región	AÑO 2012			AÑO 2025		
	Producción Promedio (Kg/habitante/día)	Población Urbana (millones habitantes)	Producción Total (Ton/día)	Producción Promedio (Kg/habitante/día)	Población Urbana (millones habitantes)	Producción Total (Ton/día)
AFR	0,65	261	169.120	0,85	518	441.840
EAP	0,95	777	739.959	1,52	1.230	1.865.380
ECA	1,12	227	254.389	1,48	240	354.811
LAC	1,09	400	437.545	1,56	466	728.392
MENA	1,07	162	173.545	1,43	257	369.320
OECD	2,15	729	1.566.286	2,07	842	1.742.417
SAR	0,45	426	192.411	0,77	734	567.545
TOTAL	1,19	2.982	3.532.255	1,42	4.287	6.069.705

AFR: África; EAP: Asia Oriental y el Pacífico; ECA: Europa y Asia Central; LAC: Latinoamérica y El Caribe; MENA: Medio Oriente y África del Norte; OECD: Países de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo; SAR: Asia del Sur.

Fuente: elaboración propia a partir de Hoornweg y Bhada-Tata (2012).

Así pues, el aumento poblacional permanece como uno de los factores más relevantes en la generación de RS; al tiempo, se observa un cambio en los hábitos de consumo que puede estar ligado al efecto de la globalización y la cultura auspiciada por los sistemas económicos influyentes, mientras que los aportes de los países industrializados son los más significativos dentro del contexto mundial. Para América Latina, se prevé un panorama denso debido a que el poder adquisitivo de las personas se presume cada vez mayor. Para ilustrar este fenómeno, se muestra a continuación la relación directa que presenta la producción per cápita de RS con respecto al comportamiento del Producto Interno Bruto “PIB” en Argentina; el análisis fue realizado por la empresa IC Latinoamérica en el marco económico argentino pero, sin lugar a dudas, es fiel reflejo de la situación en cualquier otro país del continente.

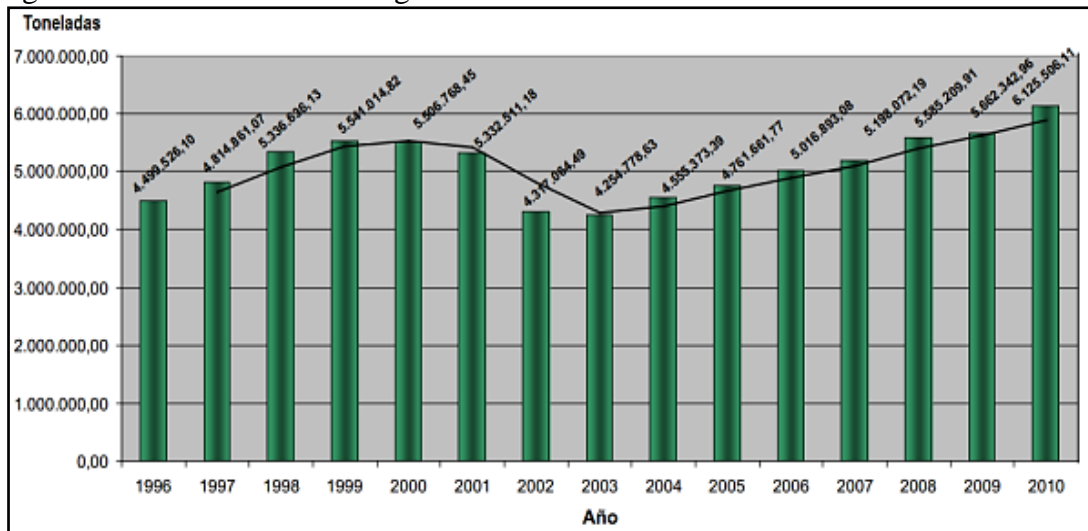
Figura 2.2: Variación trimestral del PIB en Argentina período 1996 - 2010.



Fuente: Rollandi, 2012: (2)

En la figura anterior, se registra la fluctuación del PIB con un comportamiento que influye directamente en la variación de los RS ingresados a la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado - CEAMSE, entidad estatal encargada del manejo y disposición final de los RS generados en la provincia de Buenos Aires.

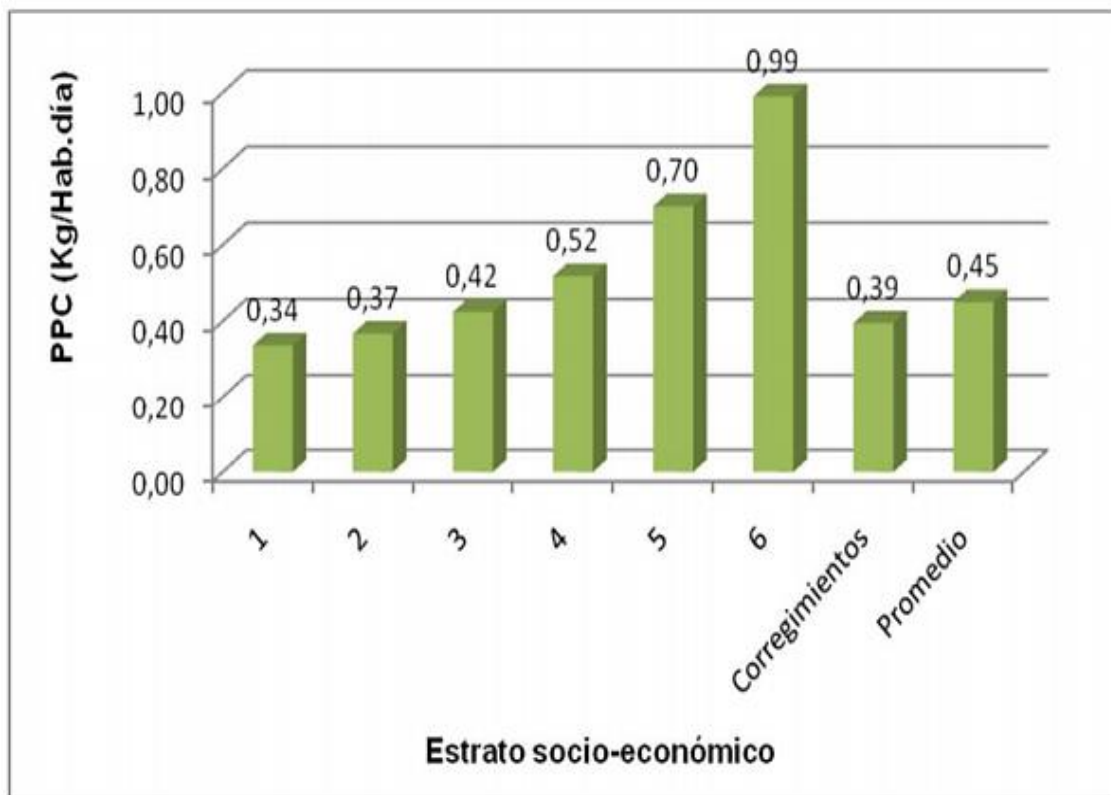
Figura 2.3: Toneladas de RS ingresadas anualmente al CEAMSE durante 1996 a 2010.



Fuente: Rollandi, 2012: (1)

En las gráficas mostradas, se aprecia claramente cómo está ligada, de manera directa y proporcional, la producción per cápita de RS a los cambios del PIB de un país. Por otra parte, se considera importante evaluar el comportamiento de la producción per cápita de RS mediante la comparación con el estrato socioeconómico de la población que la genera. A manera de ejemplo complementario, se presenta la relación obtenida en estudios adelantados por las Empresas Varias de Medellín – EMVARIAS (citada en Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental [ACODAL], 2010) sobre la producción de RS en los 6 estratos socioeconómicos de la ciudad antioqueña, al tiempo que se compara y promedia con la producción per cápita de los corregimientos (zonas rurales).

Figura 2.4: Producción per cápita de RS generados en el sector residencial de Medellín



Fuente: ACODAL, 2011: (22)

Teniendo en cuenta las situaciones anteriores, se infiere que la generación de RS en el mundo está íntimamente vinculada a los distintos valores de la producción per cápita y esta, a su vez, es modificada por fenómenos macroeconómicos y/o comportamientos sectoriales que dependen de los hábitos de consumo, capacidad de adquisición y/o nivel socioeconómico de determinadas comunidades. En ambos escenarios, la constante es un incremento de la producción debido al crecimiento de la población y traducido en un aumento de la demanda, lo que imposibilita una reducción en el consumo de los bienes y servicios ofertados a partir de la transformación de los recursos naturales.

Pero no es sólo la concentración de población en grandes urbes lo que acarrea el aumento en la demanda; se trata ahora de todos los hábitos que el capitalismo ha implantado en el colectivo. Al respecto, se debe evocar la estrategia que las ciencias económicas implementaron en los procesos de producción de grandes empresas, durante el siglo XX, para ensanchar su capacidad mercantilista y que terminó por conocerse como *obsolescencia programada* y *obsolescencia percibida*. Así, los individuos dejaron de adquirir productos no sólo para satisfacer sus necesidades sino para compensar el recorte de la vida útil que se realizó sobre los mismos, al tiempo que la publicidad y la presión social los condenó a cambiar objetos servibles por artículos de moda. En palabras de Dobb, el consumo productivo fue ampliándose hasta llegar a un impulso incontrolable para el individuo (2005). Este nuevo ambiente del consumismo, definido por Pérez como un estado en el que las necesidades de los estratos socioeconómicos ya no obedecen a la realidad que los diferencia sino a las creadas por la obsolescencia percibida, conlleva a la desahogada explotación de los recursos naturales (2007). Es así como “*la obsolescencia programada se ha transformado en obsolescencia intrínseca*” (Iglesias, 2011, p. 57).

Ahora bien, todos los recursos naturales se ven afectados por los procesos inherentes al manejo y disposición final de los residuos sólidos (Jaramillo y Zapata, 2008). No obstante, se plantea que el impacto ambiental negativo producido durante los procesos mencionados no obedece a la agresividad de su naturaleza sino a la cantidad desmedida de su producción. En otras palabras, la capacidad de autorregulación del ecosistema en todas las esferas permitiría la recuperación y transformación de los materiales dispuestos para su degradación, siempre y cuando el volumen de los residuos sólidos generados no excediera la tasa de aceptación del medio ambiente. El problema de las basuras en el mundo es una cuestión más cultural y política que de carácter tecnológico y/o científico; un desequilibrio azuzado por la desmesura demográfica y las nuevas costumbres sociales que llevan al individuo a una inconciencia ambiental por la euforia colectiva de consumir, consumir y desechar.

2.2. Características y clasificación de los Residuos Sólidos

Eventualmente, se puede decir que los RS son muy variados pero todos comparten el hecho de ser materiales que han sido alterados por el aprovechamiento directo mediante la aplicación de un proceso o por el deterioro normal causado debido a factores ambientales. Sin embargo, esta particularidad grupal termina por ofrecerles una singularidad que permite evidenciar una serie de características, claramente identificables, que varían según la estructura composicional de la materia prima y las actividades inherentes a los procesos que generan los RS. Para una mejor comprensión de las características relevantes de los RS, a continuación se ofrece una relación de las mismas.

Tabla 2.2: Características fisicoquímicas y microbiológicas de los RS.

Características	Tipo	Unidad de medida	Definición
Químicas	Poder calorífico	Kcal/Kg	Capacidad potencial de calor que puede desprender un material cuando es quemado.
	pH	Unidades pH	Indicador del grado de acidez o alcalinidad de los residuos.
	Sustancias químicas compositivas	%	Porcentajes de cenizas, materia orgánica, C, N, K, Ca, P, relación C/N, humedad, entre otros.
Físicas	Composición gravimétrica	%	Peso porcentual de cada componente en relación con el peso total de RS.
	Materia orgánica	%	Indica la capacidad de biodegradación de los residuos sólidos.
	Humedad	%	Característica de gran importancia al momento de la compresión de residuos, producción de lixiviados, transporte, procesos de transformación, incineración y recuperación energética.
	Peso específico	Kg/m ³	Relación del peso de los RS en función del volumen.
	Compresibilidad	%	Grado de compactación o reducción de volumen de una masa de residuos sólidos bajo presión determinada.
	Producción per cápita	Kg/hab/día	Relación de la cantidad de residuos generados diariamente por un habitante de un lugar o región determinada.
Microbiológicas	Agentes patógenos o microorganismos degradadores (virus, bacterias, hongos, otros)	UFC	Microorganismos presente en los RS que pueden ayudar en la degradación de los mismos o convertirlos en focos patógenos.

Fuente: elaboración propia a partir de Campos (2003), Contreras (2006) y Jiménez (2001).

Como se mencionó en apartados anteriores, la cuantificación del volumen de RS producidos en una población determinada obedece a una fórmula fácil de aplicar; sin embargo, este sencillo cálculo se ve afectado por variables socioeconómicas que introducen cierto grado de complejidad a la estimación matemática. Asimismo, la clasificación de los RS normalmente varía de acuerdo a preceptos normativos que difieren de un país a otro. No obstante lo anterior, en el ámbito profesional se ha unificado conceptos y parámetros para evitar alteraciones en el reconocimiento preciso de la realidad mundial de los RS. Adicionalmente, es necesario comentar que la clasificación de RS tiene varias plataformas o niveles para su estructuración; es decir, los RS se pueden clasificar y caracterizar de distintas formas relacionadas con las

necesidades del estudio, origen, destinación y/o estado de los mismos. En una primera apreciación, se puede decir que los RS *“son todos aquellos residuos en su estado sólido que pueden clasificarse de acuerdo a su naturaleza y a su peligrosidad”* (Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena [CORMAGDALENA], s.f., p. 1). De esta manera, la misma corporación estipula que:

Residuos no peligrosos: son aquellos producidos en cualquier lugar y en desarrollo de una actividad que no presenta ningún riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente; se consideran en este grupo los residuos biodegradables, reciclables, inertes y ordinarios o comunes.

Residuos peligrosos: son aquellos residuos producidos con algunas de las siguientes características: infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, reactivas, radioactivas, volátiles, corrosivas y/o tóxicas, que pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente. Así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Residuos orgánicos: son todos aquellos que pueden descomponerse naturalmente y que tienen en su estructura básicamente carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno estos pueden ser: papel, cáscaras de verduras, residuos de alimentos, frutos, bebidas, residuos de cosechas, algas, hojas de árboles, etc.

Residuos inorgánicos: son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo los envases de plástico. Generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos, como las latas, vidrios, pilas entre otros. (s.f., p. 1)

De lo citado, se infiere que los RS se pueden clasificar, según su naturaleza, en aprovechables y no aprovechables (orgánicos e inorgánicos) y de acuerdo a su peligrosidad como residuos sólidos ordinarios (no peligrosos) y residuos sólidos peligrosos. Sin embargo, este primer acercamiento diferenciador puede tornarse exiguo para un análisis más detallado de los RS. Por tal razón, se presenta a continuación una tabla de clasificación de RS más amplia y funcional.

Tabla 2.3: Clasificación de los RS.

De acuerdo a la fuente	
Domésticos	Industriales
Comerciales	Institucionales
Agrícolas	De construcción
Municipales o Urbanos	Hospitalarios
De acuerdo a su Naturaleza	
Aprovechables	No aprovechables
De acuerdo a su grado de peligrosidad	
Ordinarios	Peligrosos
De acuerdo a su poder calorífico	
Bajo poder calorífico	Alto poder calorífico
De acuerdo a sus características biológicas	
Inertes	Patógenos
De acuerdo a su composición química	
Inorgánicos	Orgánicos
Otras clasificaciones específicas de acuerdo a su peligrosidad	
Inflamables	No inflamables
Volátiles	No volátiles
Tóxicos	No tóxicos
Corrosivos	No corrosivos
Reactivos	No reactivos
Radiactivos	No radiactivos
Explosivos	No explosivos

Fuente: elaboración propia a partir de Contreras (2006) y Hoornweg y Bhada-Tata (2012).

Ahora bien, la correcta clasificación de los RS optimiza las prácticas de manejo, aprovechamiento y disposición final de los mismos. Al respecto, se debe comentar que aunque surgen en la literatura especializada numerosas variaciones conceptuales, tanto para la caracterización como para la clasificación de los RS, son los objetivos de cada estudio y/o programa los que permiten establecer las consideraciones técnicas más pertinentes para lograr los objetivos. Según Escamiroso (citado en Escamiroso, Del Carpio, Castañeda y Quintal, 2001) *“En nuestro crecimiento poblacional no se ha tenido el cuidado de prevenir y controlar la contaminación, esta actitud ha llevado a la modificación de nuestro medio ambiente”* (p. 16); en consecuencia, se debe propender por la instauración de programas integrales para el manejo de los RS mediante la aplicación comprometida de técnicas adecuadas.

2.3. Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS

Sin lugar a dudas, la generación de residuos sólidos es un acaecimiento tan antiguo como la aparición de las primeras comunidades humanas; aún más, a nivel ecosistémico se podría decir que la naturaleza, desde su conformación, ha producido materiales residuales durante la ocurrencia de todos sus procesos. Estas aseveraciones no requieren de justificación distinta a la lógica o la observación general del comportamiento sistemático del universo mediato. Por el contrario, existen prácticas antiquísimas de ordenamiento y manejo de los recursos naturales que dan cuenta de la importancia alcanzada por el problema de las basuras en la sociedad. A pesar de que gran parte de los asentamientos humanos desechaban sus residuos en las calles o alrededores de su comunidad, otras civilizaciones crearon estrategias y medidas ecológicas y sanitarias para el control y la disposición final de los RS. Según Priestley (citado en Medina, 1997), *“durante el florecimiento de la civilización Minoica en Creta, en los años 3000 – 1000 a.C., los desechos se colocaban en grandes hoyos y se cubrían con tierra a intervalos”* (p. 71). Adicionalmente, Medina (1997) comenta que *“los griegos crearon los primeros basureros municipales conocidos del mundo occidental”* y *“en el México-Tenochtitlan del siglo XVI también estaba prohibido tirar basura en la calle (había empleados para barrerla) y se penalizaba los infractores de tal ordenamiento”* (p. 71). Por último, se piensa que el pueblo de los Mexicas practicaba el reciclaje, la separación básica de los residuos y utilizaba el excremento humano como abono orgánico (Medina, 1997).

De lo anterior, se evidencia una serie de prácticas asociadas al gerenciamiento comprometido de las basuras emanadas de las actividades del ser humano. Sin embargo, a partir de la revolución industrial se da comienzo a la creación de nuevas técnicas para la fabricación de

artículos y un incremento desmedido de la producción para abastecer a la creciente población mundial. Poco a poco, las medidas aplicadas al manejo de las basuras fueron perdiendo efectividad debido a que las políticas internas de los países se orientaban hacia otros derroteros socioeconómicos. Únicamente hasta la mitad del siglo XX, aparece en EE.UU un modelo compilador de todas las actividades inmiscuidas con el manejo de los residuos sólidos; según Vesco (2006):

Entre los años 40's y los 70's surge una nueva administración de los RSU, denominada gestión iluminada, que se definió como la parte de la ingeniería asociada a principios económicos, focalizada en el control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y disposición final, con especial énfasis en los efectos ambientales y en la salud de la población” (p. 15).

En contraposición a lo anterior, sólo hasta principios de la década de los ochenta “...comienzan las primeras recogidas selectivas municipales en origen de papel, cartón y vidrio en algunas ciudades españolas” (Del Val, 1996, p. 23). Es decir que otro aspecto influyente en el tema de los RS ha sido la desigualdad con la que se han ido formulando y aplicando los modelos para la gestión integral en los países. Al respecto, es válido señalar que América Latina presenta niveles muy bajos en la gestión de los RS y que hasta ahora se empiezan a observar cambios en las políticas ambientales tendientes a regular los efectos de las malas prácticas en la disposición final e incrementar las alternativas de aprovechamiento para RS. Ahora bien, en la globalidad que experimenta la sociedad moderna han surgido varios hábitos que intensifican la problemática ambiental descrita. Para Botta, Berdier y Deleuil (2002):

Además del aumento cuantitativo de la producción y el consumo, tiene lugar un cambio cualitativo en lo referente a lo que se consume y la frecuencia con que se consume. Hoy en día, las preferencias de consumo se inclinan cada vez más hacia la moda que hacia la durabilidad. Cambios rápidos en la moda y una vida de los productos más corta estimulan este consumo perpetuo (p. 104)².

Por tal razón, en la actualidad toman fuerza planteamientos ambientales que buscan unificar medidas idóneas para mitigar los impactos negativos de las externalidades asociadas a los procesos productivos. Así pues, se habla de Planes de Manejo o Gestión Integral para los recursos agua, aire y suelo, además de otras estrategias relacionadas con el control de distintos impactos ambientales. En lo concerniente al manejo de las basuras, Iza y Aguilar (2009, p. 478) mencionan que la Gestión Integral de los Residuos es:

Aquel conjunto de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final (ciclo de vida del residuo), a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

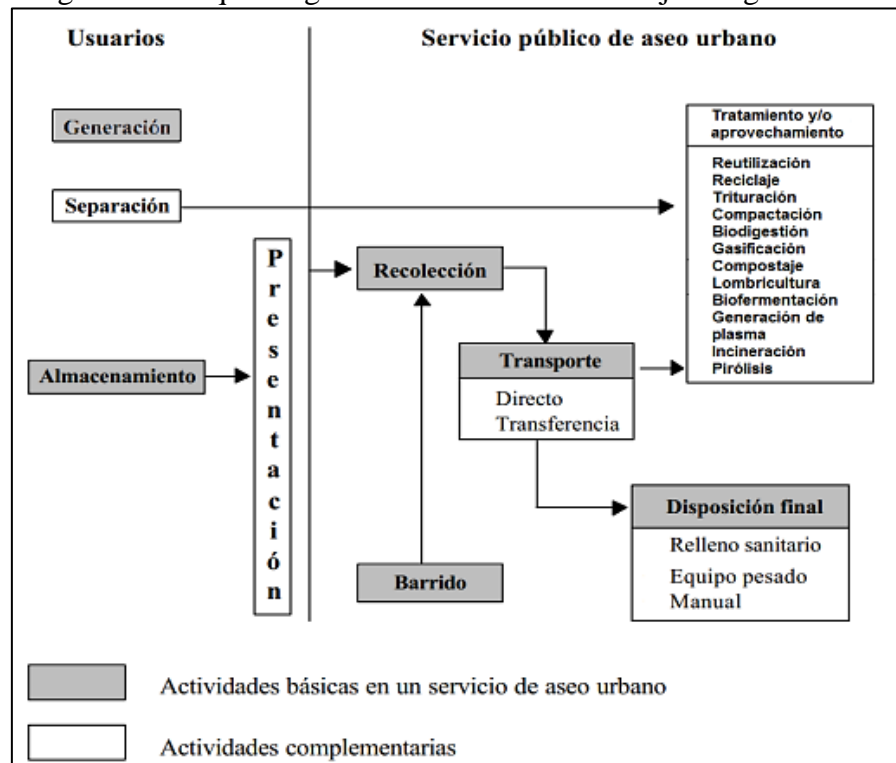
Aunque para Tchobanoglous y Kreith (2002, p. 2) “*la gestión de los residuos sólidos es un proceso complejo debido a que involucra muchas tecnologías y disciplinas*”³, resulta que su implementación es perentoria y la finalidad de un sistema de gestión integrada es la de “*reducir los impactos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente, así como promover la valorización y aprovechamiento de los residuos*” (Alcaldía de Santiago de Cali, 2004, p. 1).

² Traducción propia.

³ Traducción propia.

Así pues, se entiende que el manejo de los RS es una simple secuencia que involucra el proceso de recolección, transporte y disposición final del material mientras que la Gestión Integral de los RS “*parte de una visión más compleja del problema de la producción de basura, donde los aspectos técnicos y logísticos de la recolección son considerados en relación con una estrategia que intenta reducir el monto de basura...*” (Bernache, 2006, p. 213). Es decir, un PGIRS debe asegurar la óptima recolección, transporte y disposición final del material residual, al tiempo que implementa estrategias para la reducción del consumo, la separación en la fuente, la reutilización de elementos, el reciclaje de materiales y el máximo aprovechamiento energético de la materia sobrante mediante la aplicación de distintas tecnologías.

Figura 2.5: Esquema general de un Plan de Manejo Integral de RS.



Fuente: Jaramillo, 2002: (19).

2.4. Sistemas de tratamiento y disposición final de RS

Antes que nada, se debe hacer precisión sobre los conceptos “tratamiento” y “disposición final” aplicados a los RS. De acuerdo al Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) el *“tratamiento es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización, aprovechamiento o ambos para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana”* y la disposición final *“es el proceso de aislar y confinar los residuos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares técnicamente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente”* (2009, p. 4).

Ahora bien, si se analizan las dos definiciones anteriores se puede inferir que ambas prácticas persiguen el mismo objetivo: evitar problemas de salud pública e impactos negativos sobre el medio ambiente. Sin embargo, existe cierta ambigüedad técnica en los términos debido a que tanto el aislamiento como la modificación son procesos u operaciones aplicables a los RS y, de alguna manera, se orientan hacia la minimización o mitigación de los efectos sobre el ecosistema y la salud humana. Aquí pues, cabe retomar la idea de “residuo sólido” y “basura” atendiendo a su concepción moderna de material aprovechable y material ulterior de los residuos sólidos, respectivamente. Así entonces, el tratamiento de los RS se refiere a las técnicas utilizadas para el procesamiento del material sobrante de cualquier proceso productivo y que es, en últimas, susceptible de un aprovechamiento significativo en términos económicos y ambientales. Por el contrario, la disposición final habrá que asimilarla como el

proceso de confinamiento al que se somete el material ulterior sin ninguna posibilidad de aprovechamiento, es decir, los sobrantes de los RS o mejor conocidos como “basura”.

A pesar de la reflexión final, es evidente que la sociedad actual no ha encontrado la manera de optimizar sus programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos hasta el punto de reducir el desperdicio energético asociado a su consumo; salvo en casos muy puntuales y escasos de naciones europeas como Alemania, el tratamiento y la disposición final de RS siguen siendo ejecutados, so pena de un gran despilfarro económico, de manera indiscriminada en casi todos los países del mundo. Es probable que un inconveniente para lograr este fin se encuentre ligado a la confusión inherente a las técnicas de tratamiento y los procesos de disposición final o a la imprecisión en las prácticas de un manejo básico de RS y los PGIRS. Por ejemplo, para Campos (2003, p. 130) *“existen diferentes vías o alternativas para disponer los residuos sólidos. Nosotros estudiaremos, por ser más comunes, el relleno sanitario, el compostaje, y la incineración”*. En esta apreciación, se vislumbra fácilmente una inconsistencia cuando se habla de “compostaje” e “incineración” como procesos de disposición final de RS; si bien durante la compostación se recurre a un aislamiento programado y selectivo de los RS, esta equivale más a una forma de tratamiento si se acepta que hay un aprovechamiento del material transformado. Adicionalmente, la “incineración” corresponde más a un proceso de transformación, ya sea para alcanzar la inocuidad del residuo a disponer o como estrategia para obtener energía, debido a que el término más preciso para la práctica de disposición final sería “quema”. De acuerdo a Escamirosa et al. (2001), *“antiguamente la quema era un procedimiento tradicional para eliminar los residuos sólidos, no obstante, por las*

implicaciones que esto representa (generación de gases...), en la actualidad esta práctica se ha desechado” (p. 20).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se considera necesario la consolidación de las técnicas más utilizadas como sistemas de tratamiento para RS, así como el registro de las prácticas comunes para la disposición final del material residual. Al respecto, se debe señalar que algunas de las prácticas registradas no obedecen a ninguna técnica aceptable para su finalidad; sin embargo, se tienen en cuenta porque siguen aplicándose en muchos lugares del planeta y, en algunos casos, son tomadas como sistemas ya sean de disposición final o tratamiento de RS. Por último, se debe aclarar que para efectos del presente estudio se establecen las técnicas o prácticas de “tratamiento” y “disposición final” a partir de la diferenciación semántica que se realizó al principio de este mismo aparte.

Tabla 2.4: Sistemas de tratamiento de RS ordinarios.

PROCESO	TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
Físico	Trituración	Se emplea como una operación previa a la incineración, obteniéndose sólidos de tamaño adecuado que se pueden manipular fácilmente. También se emplea como fase previa a la compactación para disminuir la expansión al cesar la fuerza de compresión.
	Compactación	Es una técnica con la que se consigue concentrar la actividad en un volumen menor, reduciendo éste por medios mecánicos sin originar una fracción descontaminada. Durante la compactación se produce la liberación más o menos violenta del aire contenido, con el consiguiente riesgo de producir aerosoles, razón por la que es recomendable que el equipo se instale en un recinto cerrado.
	Reciclaje	Esta práctica involucra varias formas de tratamiento, desde las más elementales (procesos físicos) hasta las más intrincadas estrategias industriales (procesos térmicos, químicos y/o biológicos). Sin embargo, en la mayoría de los casos el reciclaje se lleva a cabo en una escala elemental y pequeña donde se adelantan procesos físicos sencillos que permiten utilizar una parte de los RS como materia prima para otras actividades. Se considera una práctica de tratamiento debido a que reduce significativamente el volumen de RS generado y tiene como finalidad el aprovechamiento directo de los mismos.
	Reutilización	La reutilización es quizás el proceso más sencillo que implica un tratamiento de los RS. Aunque, normalmente, se concibe como una estrategia complementaria de la separación en la fuente, la reutilización implica la aplicación de un proceso sencillo, casi siempre físico, para reinsertar de forma directa el material residual en el ciclo productivo. De manera general, se puede decir que reutilizar los RS consiste en el rescate de un producto sobrante de una actividad o desechado por algún(os) individuo(s) y utilizarlo en otros procesos donde puedan ser útiles.

Termoquímico	Incineración	Técnica utilizada en el tratamiento de residuos sólidos y líquidos combustibles, en la que se produce una reducción en volumen y peso de los residuos y, en muchos casos, se reduce el riesgo de origen químico que tienen los residuos. Aquí la fracción descontaminada del residuo son los gases de combustión que previo tratamiento se descargan en la atmósfera y la fracción concentrada está constituida por las cenizas del proceso.
	Pirólisis	Es el procesamiento térmico de residuos en ausencia de oxígeno que buscan su conversión en combustibles gaseosos, líquidos y/o sólidos.
	Termólisis	Es la práctica en la que se someten los RS a temperaturas del orden de los 400 °C, en un reactor donde hay ausencia total de oxígeno, mediante la aplicación de energía externa (por ejemplo, eléctrica). En esas condiciones se produce una destilación de los residuos, generando un gas combustible y un producto carbonado (coque) que puede utilizarse como carbón activo o valorizarse como combustible.
	Generación de plasma	El plasma se define como un gas ionizado eléctricamente neutro. Existen varias maneras de generar plasma pero las más usada es la de hacer pasar una corriente de un gas inerte, generalmente argón, a través de un arco eléctrico formando una antorcha que alcanza los 10.000 °C.
	Gasificación de biomasa	Se denomina gasificación de biomasa a un conjunto de reacciones termoquímicas, que se produce en un ambiente pobre en oxígeno, y que da como resultado la transformación de un sólido en una serie de gases susceptibles de ser utilizados en una caldera, en una turbina o en un motor, tras ser debidamente acondicionados.
Biológico	Compostaje	Es un proceso natural y biooxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos sin que cause fenómenos adversos.
	Lombricultura	La lombricultura es la técnica de criar lombrices en cautiverio, logrando obtener una rápida y masiva producción y crecimiento en espacios reducidos, utilizando para su alimentación materiales biodegradables de origen agrícola, pecuario, industrial y casero, produciendo como resultado la transformación de los desechos en biomasa y humus (abono orgánico) de alta calidad. A pesar de su parecido con el compostaje, la lombricultura se ha extendido ampliamente y obtiene productos adicionales a la generación de abono orgánico; por tal razón, se contempla como una práctica independiente al compostaje.
	Biodigestión	La biodigestión o digestión anaeróbica consiste en un proceso biológico complejo, el cual es desarrollado por microorganismos anaerobios, es decir, que trabajan en ausencia de oxígeno transformando la materia orgánica (residuos domésticos, estiércoles, efluentes industriales, restos de cosechas, etc.) en biogás o gas biológico.
	Biofermentación	Es una práctica que produce fertilizantes, en su mayoría foliares, que se preparan a partir de la fermentación de materiales orgánicos. Son de uso común los biofermentos a base de excretas de ganado vacuno o residuos de frutas.

Fuente: elaboración propia a partir de Bernache (2006), Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM) (2010), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2007), Iza y Aguilar (2009), Jaramillo y Zapata (2008), Medina y Jiménez (2001), Penagos (2008) y Universidad Autónoma de Entre Ríos (s.f).

Ahora bien, debido a su complejidad, finalidad y especificidad, el tratamiento realizado a los RS peligrosos requiere de un registro separado para su mejor comprensión. Además, se hace necesario aclarar que el tratamiento de los RS peligrosos busca la desactivación de su carácter patógeno y/o su inocuidad para luego ser sometidos a un proceso de aprovechamiento o disposición final adecuada.

Tabla 2.5: Sistemas de tratamiento de RS peligrosos.

PROCESO	TÉCNICA
Físico	Sedimentación/espesamiento
	Centrifugación
	Filtración
	Flotación
	Arrastre con aire o vapor de agua
	Procesos a base de membranas: Ultrafiltración, Ósmosis Inversa, Electrodiálisis
Fisicoquímico	Solidificación/estabilización
	Floculación
	Absorción
	Intercambio iónico
	Extracción
Químico	Oxidación
	Reducción
	Neutralización
	Precipitación
	Decloración
Térmico	Incineración/combustión
	Pirólisis
	Vitrificación
Biológico	Aerobios
	Anaerobios

Fuente: elaboración propia a partir de Menéndez, Fernández, Llana, Vázquez, Rodríguez y Espeso (2008).

Por otra parte, se encuentran las prácticas relacionadas con la disposición final de los RS; algunas de ellas cumplen con estándares técnicos que permiten catalogarlas como sistemas tecnificados para la reintroducción de los RS al ciclo natural. En la siguiente tabla se describen, indiscriminadamente, prácticas y sistemas atendiendo únicamente a su condición de aplicación común y generalizada en la actualidad.

Tabla 2.6: Sistemas y prácticas de disposición final de RS.

PRÁCTICA O SISTEMA	DESCRIPCIÓN	DESVENTAJAS
Planta de Manejo Integral	Es la infraestructura adecuada para la aplicación de un proceso integral de clasificación, recolección, transporte, selección, tratamiento y aprovechamiento, destrucción, utilización, comercialización y disposición final de residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se maneja adecuadamente puede convertirse en un foco de alto riesgo por la concentración de gases, vectores y patógenos.
Relleno Sanitario	Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases, lixiviados y cobertura final.	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se maneja adecuadamente puede convertirse en un foco de alto riesgo por la concentración de gases, vectores y patógenos. • Cuando no está acompañado de un sistema de aprovechamiento, los costos de operación y mantenimiento pueden resultar muy altos. • Posibles conflictos sociales por el funcionamiento del relleno.
Relleno o celda de seguridad	Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos peligrosos.	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se maneja adecuadamente puede convertirse en un foco de alto riesgo patógeno.
Celda de contingencia	Es un espacio más reducido que un relleno sanitario y que debe cumplir con la captación de lixiviados, tubería para gases, impermeabilización de la superficie de contacto, cubrimiento del material dispuesto y plan de clausura.	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se maneja adecuadamente puede convertirse en un foco de alto riesgo por la concentración de gases, vectores y patógenos. • Por no contar con sistema de aprovechamiento, los costos de operación y mantenimiento son muy altos. • Posibles conflictos sociales por el funcionamiento.
Celda transitoria	La celda transitoria tiene un área parecida a la de contingencia; sin embargo, no cumplen con las exigencias técnicas para la buena disposición de los RS. En Colombia, estas celdas fueron aprobadas mientras se realiza la transición, en algunos municipios, al relleno sanitario.	<ul style="list-style-type: none"> • Posible presencia de agentes contaminantes y animales. • Posible generación de malos olores. • Presencia de vectores y agentes patógenos. • Posible contaminación de los recursos aire, agua y suelo.
Botadero a cielo abierto	Sitio seleccionado inadecuadamente, sin criterios técnicos o ingenieriles, donde no existe control de lixiviados ni de gases. No presenta ningún tipo de manejo en lo referente a la cobertura diaria, intermedia o final de las celdas. Normalmente, se ubican en depresiones sin previo conocimiento de las características del terreno y así se profundiza la problemática ambiental asociada a la acumulación de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de agentes contaminantes y animales. • Generación de malos olores. • Deterioro paisajístico del entorno. • Presencia de vectores y agentes patógenos. • Contaminación de los recursos aire, agua y suelo por emanación de gases y filtración de lixiviados.

Quema a cielo abierto	Es una práctica antigua que, hoy en día, se sigue utilizando en algunas partes del mundo. La gran capacidad calorífica y combustible de la mayoría de los materiales residuales, permite que la quema sea fácil de realizar y resulte económicamente viable, desde el punto de vista directo de la inversión inmediata, para la comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de emisiones contaminantes. • Contaminación atmosférica. • Impacto directo sobre la salud pública y el equilibrio ambiental. • Deterioro paisajístico del entorno. • Afectación de ecosistemas cercanos. • Riesgo de incendios.
Enterramiento controlado	A diferencia de los botaderos y quemas a cielo abierto, el enterramiento controlado es una práctica que implica el cubrimiento de la basura. Sin embargo, la disposición final se hace en sitios pocos estratégicos o adecuados, sin ningún tipo de estudio técnico o técnicas aceptables para el manejo de los RS.	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de gases dentro del cúmulo de basuras. • Impacto directo sobre la salud pública y el equilibrio ambiental. • Deterioro paisajístico del entorno. • Afectación de ecosistemas cercanos.
Abandono de basuras	Al igual que los enterramientos controlados, así como los botaderos y quemas a cielo abierto, el abandono de basuras no es un sistema de disposición final de RS. Sin embargo, es una práctica frecuente en zonas rurales y sitios donde los habitantes no cuentan con sistema de recolección o servicios públicos. Normalmente, el abandono de los RS se realiza en depresiones naturales, lugares de alta densidad forestal o en las cabeceras o riberas de cuerpos de agua superficial.	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto negativo directo sobre los ecosistemas. • Alteración del equilibrio ambiental del entorno. • Deterioro paisajístico. • Proliferación de focos de vectores. • Incremento de los riesgos a la salud pública.

Fuente: elaboración propia a partir de Bernache (2006), Escamirosa et al. (2001) y Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Envigado (2011).

2.5. Aspectos técnicos de un Relleno Sanitario

Para concretar el concepto de relleno sanitario fue indispensable conocer las alternativas de disposición final que existieron antaño y que, desafortunadamente, siguen siendo utilizadas en varios países entre los que se cuenta a Colombia. De acuerdo a Jaramillo (2002), en Latinoamérica se ejecutan prácticas imperdonables de disposición final de RS como *“la descarga de basura en los cursos de agua, lagos o mares; el abandono en botaderos a cielo abierto; la quema al aire libre y el uso de la basura como alimento de animales”* (p. 27). Aunque en los países desarrollados ya se empieza a hablar sobre nuevas formas de disposición final como las potencializadas por la nanotecnología, en Suramérica sólo se ha incrementado la implementación de rellenos sanitarios como respuesta al problema sanitario de las basuras.

Según Jaramillo el relleno sanitario *“es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura”* (2002, p. 42). A pesar de lo anterior, es claro que para lograr la máxima eficiencia ambiental de un relleno sanitario se necesita de una serie de procesos tecnificados para alcanzar los niveles de manejo adecuado en lo referente a los RS. Esto quiere decir que no basta simplemente con adecuar un sitio que pueda cumplir con las especificaciones técnicas para el funcionamiento de un relleno, sino que se deben implementar otras actividades para lograr una gestión integral. Es aquí que toma fuerza la idea de Medina y Jiménez cuando dicen que *“el manejo integral y sustentable de los RSM (Residuos Sólidos Municipales)⁴ combina flujos de residuos, métodos de recolección, sistemas de separación, valorización y aprovechamiento”* y que la manera de lograrlo es *“combinando opciones de manejo que incluyen tratamientos que involucran el reuso, reciclaje, compostaje, biogasificación, tratamiento mecánico-biológico, pirólisis, incineración con recuperación de energía, así como la disposición final en rellenos sanitarios”* (2001, p.26).

Para Otero (2001), *“básicamente un relleno sanitario es un entierro de residuos sólidos en el suelo, utilizando técnicas de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible”* (p. 138). Adicionalmente, *“la disposición final de los desechos sólidos es la operación controlada y ambientalmente adecuada del manejo de los desechos”* (Campos, 2003, p.130). De lo anterior, se puede decir que las técnicas ingenieriles y las operaciones controladas hacen referencia a prácticas seguras donde el conocimiento especializado y el uso

⁴ Nota del autor.

de tecnologías convierten el simple enterramiento en un sistema, y la degradación natural en una actividad acelerada y de fácil seguimiento.

Inicialmente, se considera que uno de los aspectos técnicos más importante en la construcción de un relleno sanitario es la selección del sitio para su funcionamiento. De acuerdo al Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) (2012, p. 18), se deben tener en cuenta las siguientes características:

- i. Ser fácil y rápidamente accesible para los carros recolectores,
- ii. Permitir su utilización por largo plazo, superior a diez años,
- iii. Tener condiciones naturales que protejan los recursos naturales, la vida animal y vegetal en sus cercanías,
- iv. Estar localizado de modo que el Relleno Sanitario no sea rechazado por la población, y
- v. Ofrecer tierra para cobertura, en cantidad y calidad adecuada, dentro de las cercanías del sitio.

Pero, además, es indispensable conocer la producción proyectada de RS para determinar el volumen real del relleno sanitario. Asimismo, entran en consideración una serie de variables y factores que se resumen a continuación:

Tabla 2.7: Aspectos generales para la construcción de un Relleno Sanitario.

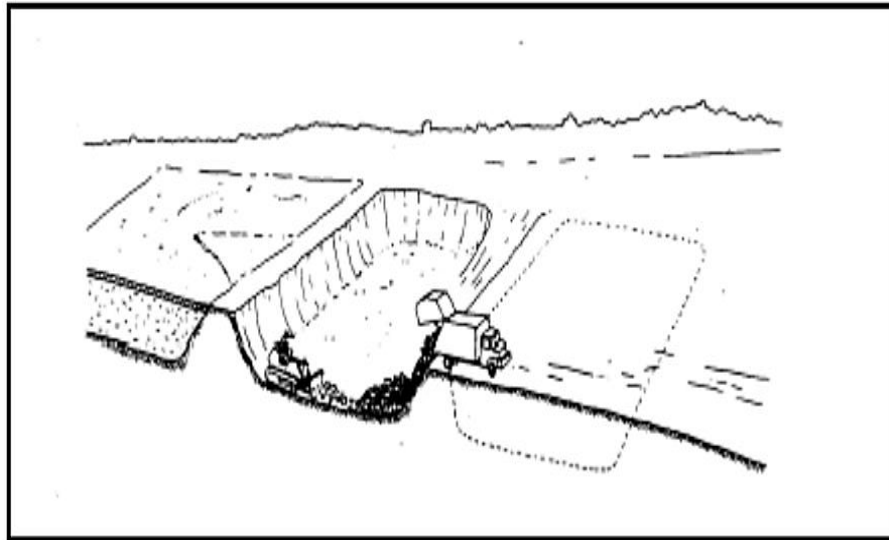
ASPECTOS	Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de área y Topografía. • Provisión de material de cobertura. • Vida útil. • Vías de acceso. • Compatibilidad del uso del suelo con los Planes de Ordenamiento Territorial “POT”. • Compatibilidad del diseño con el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). • Minimización de los impactos sociales y ambientales. • Condiciones climáticas de la zona. • Geología, Hidrogeología e Hidrología superficial. • Preservación del patrimonio arqueológico y áreas naturales protegidas. • Vulnerabilidad del área a desastres.
	Legales	<ul style="list-style-type: none"> • Situación legal del predio seleccionado. • Cumplimiento de la normativa ambiental vigente.
	Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración y mitigación de la afectación social por construcción y operación de la obra. • Sociabilización y sensibilización sobre los alcances del proyecto. • Manejo de los posibles conflictos sociales por construcción del relleno sanitario.

Fuente: elaboración propia a partir de Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos. (2011).

Luego de haber realizado los estudios técnicos e ingenieriles, junto con las actividades legales y de sociabilización que requiere el proyecto, se procede al establecimiento del método de operación del relleno sanitario. Al respecto, se debe comentar que las posibilidades son:

Método de trinchera o zanja: se utiliza en terrenos de mínima pendiente con suelos rocosos, nivel freático profundo y con una zona de aprovisionamiento de material para cubierta (Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, 2011).

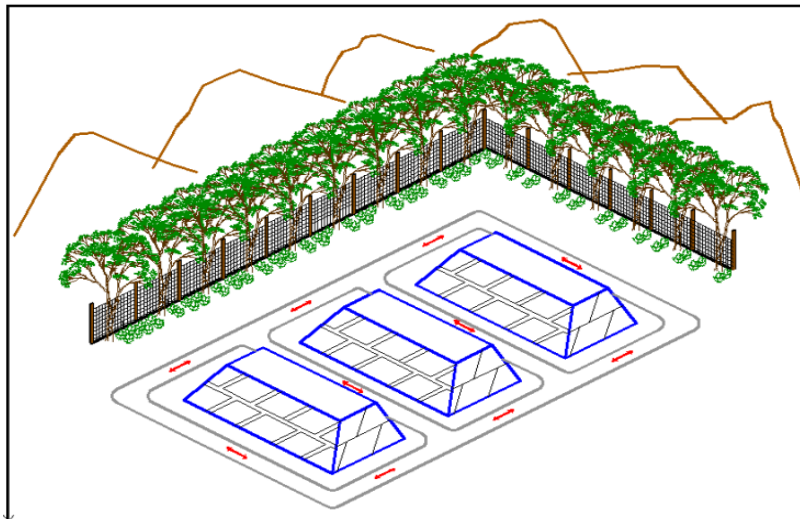
Figura 2.6: Método de trinchera o zanja.



Fuente: Fernández y Sánchez, 2007: (50).

Método de área: se implementa en terrenos planos o semiplanos que por la baja profundidad del nivel freático o la dificultad para la excavación requieren de la construcción de un dique donde se comenzará la disposición superficial de los RS y su posterior compactación y cobertura (Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, 2011).

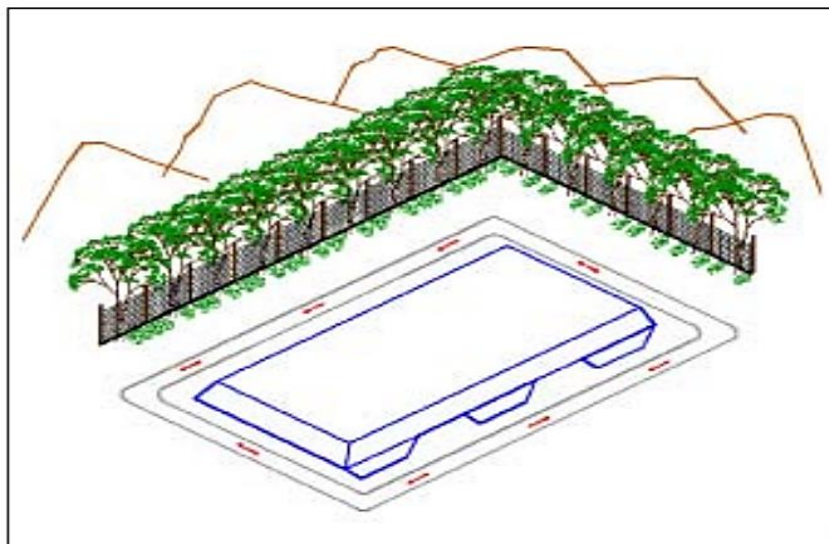
Figura 2.7: Método de área.



Fuente: Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, 2011: (45).

Método combinado: como lo indica su nombre, este método combina los dos métodos anteriores de acuerdo a las características del terreno seleccionado (Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, 2011).

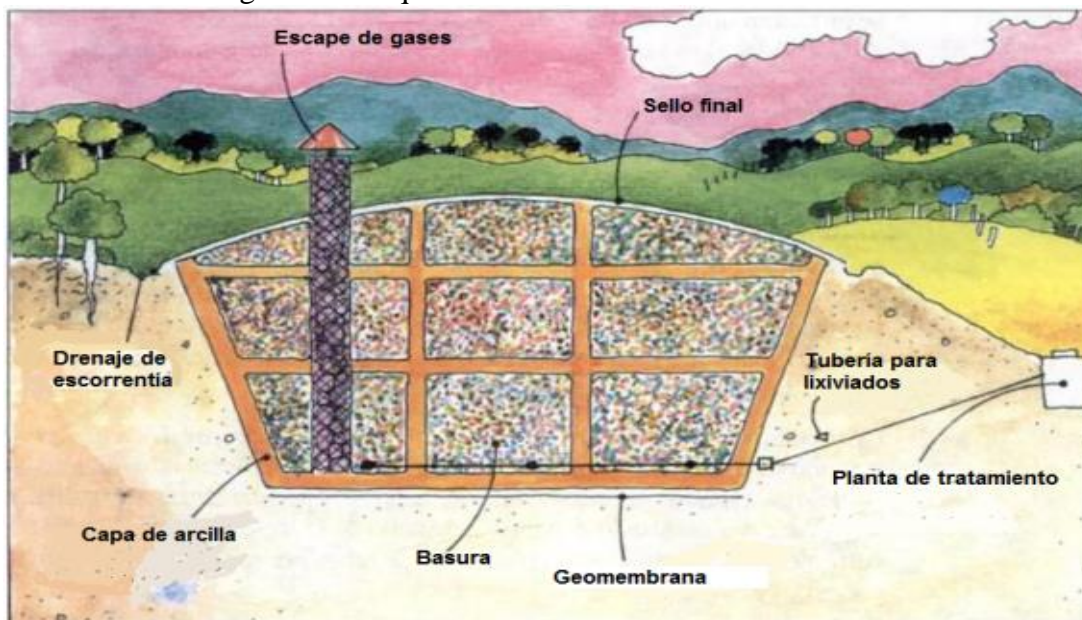
Figura 2.8: Método combinado.



Fuente: Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, 2011: (45).

Método de depresión: cuando la topografía del terreno ofrece la facilidad de disponer el material residual sobre una depresión natural, se considera conveniente y adecuado el método de depresión. Sin lugar a dudas, es la opción más beneficiosa en términos económicos y ambientales por la poca invasión e impacto sobre el ecosistema; sin embargo, es difícil hallar un espacio natural de estas características que cumpla con todos requerimientos técnicos para la construcción de un relleno sanitario (Campos, 2003).

Figura 2.9: Esquema básico de un Relleno Sanitario.



Fuente: Campos, 2003: (133).

Finalmente, se debe mencionar que la cobertura de las celdas de un relleno sanitario dependerá de la disposición final diaria que recibe y la proyección de la vida útil del mismo. En todos los casos, los rellenos sanitarios contarán con una serie de estructuras ambientales para garantizar su buen funcionamiento: chimeneas para gases, zanjas perimetrales, drenajes y planta de tratamiento de lixiviados, sistema de filtros y, en lo posible, una planta de biogás para el aprovechamiento energético del material dispuesto o la quema controlada de los gases producidos durante la biodigestión. De igual manera, se requiere el diseño de las rutas de

acceso, zona administrativa, parqueadero, baterías sanitarias, redes eléctricas, barreras vivas, zona de mantenimiento y demás instalaciones de acuerdo a la envergadura y servicios adicionales que pueda ofertar el proyecto.

3. LEGISLACIÓN AMBIENTAL SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS

En la legislación propia de un país adquieren gran representatividad los acuerdos, ya sean bilaterales o multilaterales, suscritos entre distintas partes. En lo referente a los RS, se considera indispensable la formulación de nuevas leyes que regulen tanto el consumo como la producción de bienes y servicios, mediante la aplicación de estrategias que salvaguarden el bienestar económico de las comunidades. Por tal motivo, es necesario el reconocimiento de la legislación ambiental vigente sobre RS en la esfera local, así como en la internacional, para poder vislumbrar alternativas de mejoramiento jurídico. En los siguientes apartes, se realiza un compendio de las normas internacionales sobre RS y se muestran los logros que representa la suscripción de las mismas en proyectos reales y prácticos para el caso colombiano; de igual manera, se registran los actos legislativos a nivel de Colombia y en el ámbito propio de la ciudad de Bogotá D.C.

3.1. Normatividad a nivel internacional

En este aparte, destacan aquellas normativas que fueron promulgadas bajo la designación de convenios o tratados internacionales y que se han celebrado en cumbres reconocidas; aunque para el caso de Suramérica no existe un marcado rigor para el cumplimiento de los acuerdos suscritos, si se han establecido normativas nacionales a partir del marco técnico y jurídico de los mismos, en varias de las naciones participantes de los encuentros internacionales. Es

importante señalar que la Gestión Integral de RS es un tema recurrente en las estrategias de protección ecológica.

Tabla 3.1: Convenios internacionales y Residuos Sólidos.

NOMBRE	OBJETO	FECHA DE ADOPCIÓN	CIUDAD DE ADOPCIÓN
Protocolo de Montreal	Control de sustancias que agotan la capa de ozono.	Septiembre de 1987	Montreal
Convención de Basilea	Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.	Mayo de 1989	Basilea
Programa o Agenda 21 ONU	Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales.	Junio 1992	Río de Janeiro
Protocolo de Kioto	Eliminación de desechos sólidos en la tierra y erradicación de la quema en el campo de residuos agrícolas.	Diciembre de 1997	Kioto
Convención de Rotterdam	Aplicación del procedimiento del consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y químicos peligrosos objetos del comercio internacional.	Septiembre de 1998	Rotterdam
Convenio de Estocolmo	Reducción y Eliminación de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).	Mayo de 2001	Estocolmo

Fuente: elaboración propia a partir de Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC) (2012) y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) (2005).

Tabla 3.2: Convenios internacionales suscritos por Colombia con relación a los RS

NOMBRE	OBJETO	FECHA DE ADOPCIÓN	CIUDAD DE ADOPCIÓN	APROBACIÓN NACIONAL
Protocolo de Montreal	Control de sustancias que agotan la capa de ozono.	Septiembre de 1987	Montreal	Ley 29 de 1992
Convenio de Basilea	Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.	Mayo de 1989	Basilea	Ley 253 de 1996
Convenio de Rotterdam	Aplicación del procedimiento del consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y químicos peligrosos objetos del comercio internacional.	Septiembre de 1998	Rotterdam	Ley 1159 de 2007
Convenio de Estocolmo	Reducción y Eliminación de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).	Mayo de 2001	Estocolmo	-

Fuente: elaboración propia a partir de APC (2012) y MAVDT (2005).

3.2. Normatividad a nivel nacional - Colombia

Dentro del contexto interno colombiano suelen darse opiniones frecuentes sobre la buena estructura normativa de la legislación ambiental que el país ha edificado desde la constitución política de 1991. De alguna forma, dichas apreciaciones son ciertas si se analizan desde la valoración del marco jurídico ambiental que existía antes de la reforma constitucional; sin embargo, en muchos aspectos las obligaciones legislativas del papel terminan siendo letra muerta debido a la falta de rigor en su cumplimiento o la fácil tergiversación de su contenido. En la siguiente matriz se relacionan las principales normas actuales que rigen en materia de residuos sólidos en Colombia a nivel nacional.

Tabla 3.3: Marco legal colombiano sobre Residuos Sólidos.

Norma	Objeto
Decreto-Ley 2811 de 1974	Código de Recursos Naturales.
Ley 9 de 1979	Reglamenta las medidas sanitarias sobre manejo y disposición de residuos sólidos. Código Sanitario Nacional.
Resolución 2309 de 1986	Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad.
Constitución Política 1991	Contiene 49 artículos alusivos al medio ambiente, dentro de los cuales se cita el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, así como el derecho de toda persona a gozar de un ambiente sano y la prohibición de introducir al territorio nacional residuos nucleares o tóxicos.
Resolución 541 de 1994	Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales concreto y agregados sueltos de construcción.
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Resolución 189 de 1994	Regulación para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
Documento CONPES 2750 de 1994	Política sobre el manejo integral de residuos sólidos.
Ley 253 de 1996	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la ley 142 de 1994 en cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos.
Decreto 2676 de 2000	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
Decreto 421 de 2000	Por el cual se reglamenta el numeral 4 del artículo 15 de la Ley 142 de 1994, en relación con las organizaciones autorizadas para prestar los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico en municipios menores, zonas rurales y áreas urbanas.

Ley 689 de 2001	Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994 en cuanto al establecimiento del régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Decreto 958 de 2001	Por el cual se crea la Comisión Intersectorial de Servicios Públicos Domiciliarios.
Resolución 1045 de 2003	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), y se toman otras determinaciones.
Resolución 477 de 2004	Por la cual se modifica la Resolución 1045 de 2003, en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), y se toman otras determinaciones.
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1390 de 2005	Por la cual se establecen directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los sitios de disposición final a que hace referencia el artículo 13 de la Resolución 1045 de 2003 que no cumplan las obligaciones indicadas en el término establecido en la misma.
Ley 1159 de 2007	Por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Rotterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado previo a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos, Objeto de Comercio Internacional.
Resolución 1684 de 2008	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1390 de 2005 y se toman otras determinaciones.
Ley 1252 de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Ley 1506 de 2012	Por medio de la cual se dictan disposiciones en materia de servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica, gas combustible por redes, acueducto, alcantarillado y aseo para hacer frente a cualquier desastre o calamidad que afecte a la población nacional y su forma de vida.
Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo y se derogan los Decretos número 1713 de 2002, 1140 de 2003 y 1505 de 2003 y el Capítulo I del Título IV del Decreto número 605 de 1996 y todas las normas que le sean contrarias.

Fuente: elaboración propia a partir de Aluna Consultores Limitada (2011), Calle (2009) y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MINVIVIENDA) (2014).

3.2.1. Normas Técnicas Colombianas – NTC⁵

Con miras a optimizar las obligaciones legislativas, el ICONTEC ha adoptado una serie de preceptos técnicos internacionales y elaborado otros más contextualizados para fortalecer los procesos inmiscuidos en el manejo integral de los RS.

⁵ Tomado de www.icontec.org

- **Guía Técnica Colombiana GTC – 24.** Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Guía para separación en la fuente.
- **Guía Técnica Colombiana GTC – 53-2.** Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Guía para el aprovechamiento de residuos plásticos.
- **Guía Técnica Colombiana GTC – 53-3.** Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio.
- **Guía Técnica Colombiana GTC – 53-4.** Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Guía para el reciclaje de papel y cartón.
- **Guía Técnica Colombiana GTC – 53-5.** Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Guía para el reciclaje de residuos metálicos.
- **Guía Técnica Colombiana GTC – 53-6.** Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Guía para el aprovechamiento de residuos de papel y cartón compuestos con otros materiales.
- **Guía Técnica Colombiana GTC – 53-7.** Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.
- **Guía Técnica Colombiana GTC – 53-8.** Guía para la minimización de impactos ambientales de los residuos de envases y embalajes.
- **Guía Técnica Colombiana GTC – 86.** Guía para la implementación de la gestión integral de residuos – GIR-.
- **NTC 14001.** Sistemas de Gestión de Ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- **NTC 4709.** Brinda las pautas para la extracción de muestras de residuos sólidos para análisis químico mediante extracción SOXHLET.
- **NTC 4711.** Brinda las pautas para el muestreo de residuos y suelos para análisis de constituyentes orgánicos volátiles.

3.3. Normatividad a nivel distrital – Bogotá

Si bien el Distrito Capital obedece las normas constitucionales en materia de RS, su carácter autónomo le permite establecer lineamientos propios con miras a optimizar sus programas. Ahora bien, en el marco del programa *Basura Cero* como política distrital prioritaria de la actual administración, se han legislado varios decretos y acuerdo para alcanzar el objetivo principal del programa en mención. A continuación, se registran las medidas jurídicas de vigencia actual en la ciudad de Bogotá D.C.

Tabla 3.4: Marco legal del Distrito Capital sobre Residuos Sólidos.

Norma	Objeto
Decreto 400 de 2004	Por el cual se impulsa el aprovechamiento eficiente de los residuos sólidos producidos en las entidades distritales.
Decreto 312 de 2006	Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital.
Acuerdo 287 de 2007	Por el cual se establecen lineamientos para aplicar las acciones afirmativas que garantizan la inclusión de los recicladores de oficio en condiciones de pobreza y vulnerabilidad en los procesos de la gestión y manejo integral de los R.S.
Decreto 620 de 2007	Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital.
Decreto 456 de 2010	Por el cual se complementa el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (Decreto Distrital 312 de 2006).
Proyecto de Acuerdo 205 de 2010	Por el cual se establece el programa "puntos ecológicos" con el fin de incentivar, motivar, sensibilizar y actuar responsablemente para separar los residuos sólidos desde la fuente para su reciclaje y/o disposición final.
Proyecto de Acuerdo de 2010	Por medio del cual se dictan normas para el manejo integral de escombros en Bogotá D.C., y se dictan otras disposiciones.
Resolución 555 de 2011	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico y Operativo para la concesión del servicio público de aseo en la ciudad de Bogotá D.C.
Resolución 1754 de 2011	Por la cual se adopta el Plan para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos para el Distrito Capital.
Decreto 564 de 2012	Por medio del cual se adoptan disposiciones para asegurar la prestación del servicio público de aseo en el Distrito Capital en acatamiento de las órdenes impartidas por la Honorable Corte Constitucional en la Sentencia T-724 de 2003 y en los Autos números 268 de 2010, 275 de 2011 y 084 de 2012.
Decreto 570 de 2012	Por medio del cual se decretó el estado de prevención o alerta amarilla para el manejo y control adecuado de los Residuos Sólidos Urbanos generados en el D.C.
Decreto 113 de 2013	Por medio del cual se complementa el Decreto Distrital 312 de 2006, Plan Maestro de Residuos Sólidos y se modifica el Decreto Distrital 456 de 2010.
Decreto 349 de 2014	Por el cual se reglamenta la imposición y aplicación del Comparendo Ambiental en el Distrito Capital.

Fuente: elaboración propia a partir de Corredor (2010) y Alcaldía Mayor de Bogotá (2013).

4. PANORAMA ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN COLOMBIA

En el año de 1997, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la OPS publicaron un informe donde aseveraron que “*con excepción de Medellín y Bogotá no hay rellenos sanitarios en el país*” (p. 62). Para entonces, la situación del manejo y disposición final de residuos sólidos era preocupantemente precaria y reflejaba el exiguo interés del gobierno por los aspectos ambientales de la nación. En el mes de agosto de 1997, se promulgó la *Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos* por parte del Ministerio del Medio Ambiente de la época, pero, sólo hasta el año 2005 la legislación proclama la Resolución 1390 como una nueva alternativa de solución para mitigar la problemática circunscrita a los RS. De acuerdo a Tulcán y Chacón (2012):

En el marco de la Política Pública para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, el Gobierno nacional estableció la responsabilidad de los municipios colombianos de formular Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS como una medida para garantizar la erradicación de basureros a cielo abierto y estimular el desarrollo de programas y proyectos que mitiguen los impactos ambientales y a la salud pública ocasionados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos (p. 1).

Es así como como se establece un punto de partida para la comprensión de los cambios reales inherentes a los RS en Colombia y, teniendo en cuenta el panorama actual, se verificará si existe una evolución de las estrategias orientadas hacia la consecución de mejores prácticas asociadas a la Gestión Integral de RS.

4.1. Datos generales de producción de RS

Para valorar técnicamente la producción de RS de un país, se debe comenzar por determinar dos parámetros indispensables: la cantidad de RS que produce y la composición de los mismos. Para tal fin, se puede tener en cuenta que la generación per cápita PPC de RS “*es un parámetro que se obtiene con base en el promedio de generación de los residuos sólidos por habitante, expresado en Kg/hab/día, de cada uno de los estratos socioeconómicos y por la fuente generadora*” (Medina y Jiménez, 2001, p. 164). Según Zafra (2009), “*se han establecido valores típicos de PPC para Colombia; éstos pueden ser empleados cuando no se cuenta con la información necesaria para su determinación*” (p. 4). A continuación, se muestran los datos registrados en el estudio “Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (scf)”:

Tabla 4.1: Valores típicos de PPC (Kg / [habitante*día]) para municipios colombianos.

Nivel de complejidad	Valor mínimo	Valor máximo	Valor promedio
Bajo	0.30	0.75	0.45
Medio	0.30	0.95	0.45
Medio alto	0.30	1.00	0.53
Alto	0.44	1.10	0.79

Fuente: Zafra, 2009: (4).

De igual manera, se ofrece la variación de la PPC de acuerdo al comportamiento de los habitantes según su estrato socioeconómico.

Tabla 4.2: Valores típicos de PPC según el estrato socioeconómico.

Estrato	PPC (Kg/[habitante*día])
1-2	0.40
3-4	0.60
5-6	1.10

Fuente: Zafra, 2009: (4).

Por último, se identifica la composición general de los residuos sólidos teniendo en cuenta el ingreso económico de los habitantes.

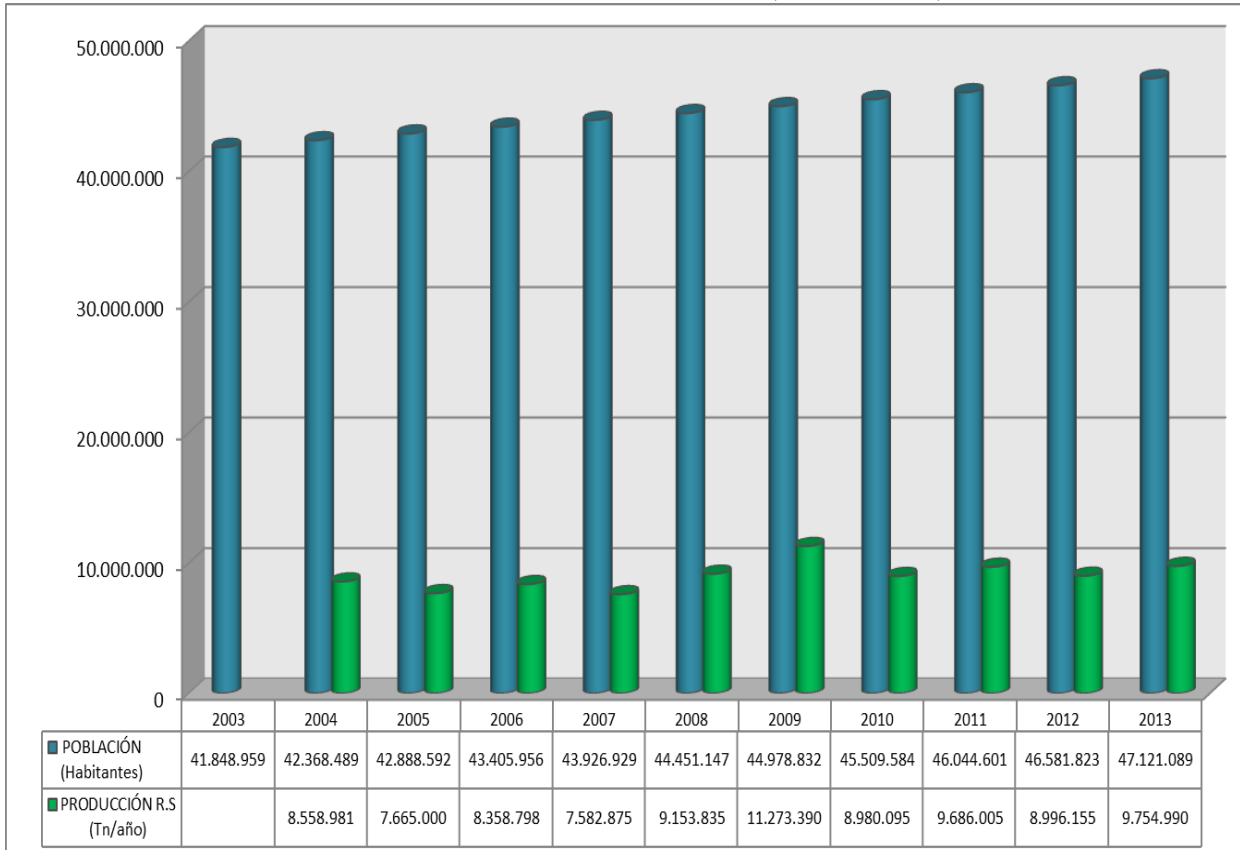
Tabla 4.3: Composición física de los RS para diferentes ciudades y según el ingreso per cápita por habitante.

Componente	Países de bajos ingresos	Países de medianos ingresos	Bogotá	Cali	Medellín
Orgánicos					
Residuos de comida	40-85	20-65	64.3	82.4	59.5
Papel y cartón	1-10	8-30	8.2	7.9	12.0
Plásticos y caucho	1-5	1-6	18.7	2.6	11.3
Textiles	1-5	2-10	4.0	0.8	1.9
Cuero	1-5	1-4	0.3	-	0.3
Madera	1-5	1-10	0.6	1.4	-
Inorgánicos					
Vidrio	1-10	1-10	1.0	1.6	2.7
Metales	1-5	1-5	0.8	0.1	1.3
Suciedad, cenizas, etc.	1-40	1-30	2.1	3.2	3.0

Fuente: Zafra, 2009: (4).

De acuerdo a la SUPERSERVICIOS, “la cantidad de toneladas dispuestas por 1.098 municipios del territorio nacional genera un promedio diario de 26.537 toneladas de residuos sólidos, un 8% más con relación a lo generado en el año 2010, que corresponde a 24.603 Ton/día” (2011B, p. 7). Los datos consolidados por la SUPERSERVICIOS también permiten suponer que parte del aumento en el volumen de RS se ha debido a las acciones de vigilancia y control para registro de la información municipal sobre el tema. Sin embargo, las estadísticas presentadas fluctúan en un amplio margen de error como consecuencia del carácter reciente que las ampara y la falta de concordancia en las metodologías para obtenerla.

Figura 4.1: Variación de la producción de RS con respecto al aumento poblacional en Colombia durante los últimos 10 años (2003 – 2013).



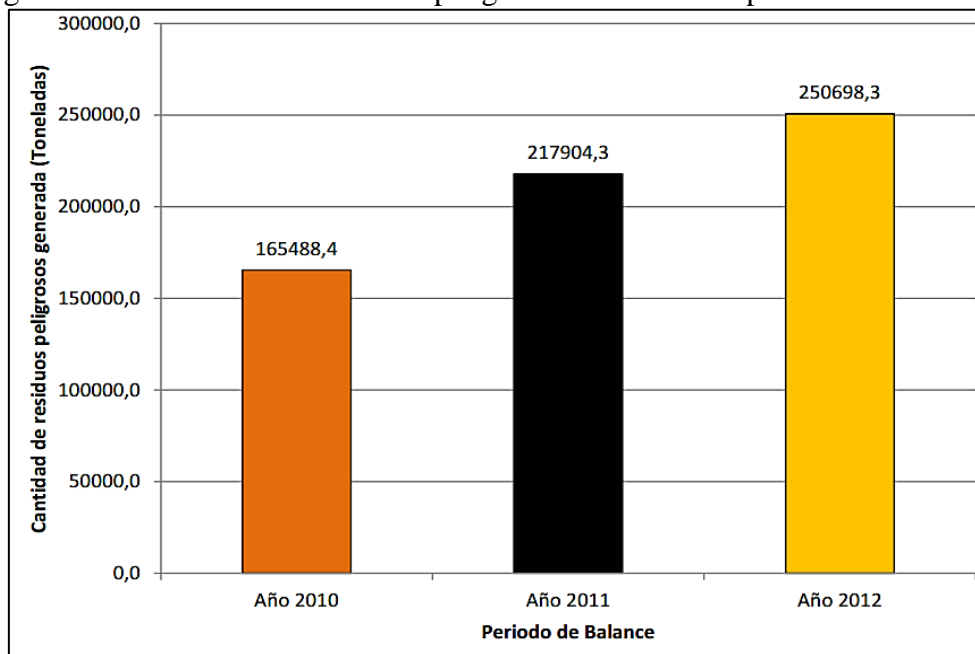
Fuente: elaboración propia a partir de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2011), IDEAM (2013) y SUPERSERVICIOS (2006, 2010, 2011A, 2011B y 2013).

Es importante comentar que para el año 2003 no se encontró ningún dato oficial sobre la producción de RS; por tal razón, el porcentaje de incremento se calculó con la producción de los años 2004 y 2013. De otro lado, los picos en los años 2005, 2007 y 2009 obedecen a la inclusión y desagregación de municipios en el Sistema Único de Información “SIU” que alimenta los datos estadísticos de las entidades gubernamentales. Finalmente, se observa que en los últimos 10 años hay un incremento en la producción de RS en el país del 13,97% aproximadamente.

Para el caso de los Residuos Peligrosos, el gobierno nacional viene adelantando en los últimos 5 años un registro comprometido sobre los generadores de Respel. Según el IDEAM (2013, p. 17):

En el año 2012 la generación de residuos o desechos peligrosos fue de 250.698,3 toneladas, cifra superior a las 217.904,3 toneladas generadas en 2011 y a las 165.488,4 toneladas generadas en 2010; este incremento puede atribuirse al aumento en la transmisión de registros al IDEAM por parte de algunas autoridades ambientales con relación a los periodos de balance de los años 2010 y 2011 y el aumento en la transmisión de reportes para el año 2012.

Figura 4.2: Generación de residuos peligrosos en Colombia período 2010 a 2012.

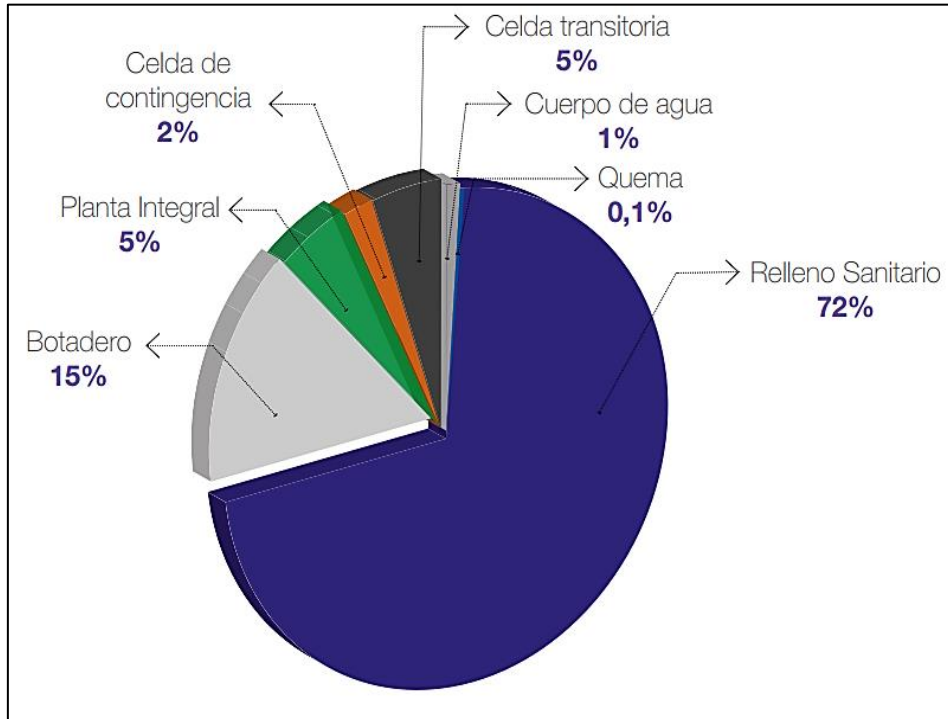


Fuente: IDEAM, 2013: (18).

4.2. Tipos de disposición final de RS más utilizados en Colombia

Como se comentó al inicio de este capítulo, para el año de 1997 sólo existían 2 rellenos sanitarios en Colombia. Ahora bien, la información oficial actualizada sobre el tema es del año 2013 y su distribución se presenta a continuación:

Figura 4.3: Distribución de municipios por tipo de sistemas de disposición final RS en Colombia para el año 2013.



Fuente: SUPERSERVICIOS, 2013: (18).

En la figura se observa la construcción de plantas integrales de tratamiento y, lamentablemente, deja ver que aún en el país se llevan a cabo prácticas inadecuadas para la disposición final de los RS. No obstante dicha situación, se debe reconocer el avance en el porcentaje de material dispuesto en sitios idóneos para tal fin.

Tabla 4.4: Sistemas de disposición final Colombia 2013.

AÑO	2013	
	Promedio Toneladas dispuestas por día	Nº Municipios que disponen en este Sitio
Relleno sanitario	23.866	789
Celdas transitorias	695	51
Botadero a cielo abierto	722	163
Planta integral	294	57
Celdas de contingencia	1.122	28
Cuerpo de agua	27	14
Quema	0	0

Fuente: elaboración propia a partir de SUPERSERVICIOS, 2013.

Teniendo en cuenta la información presentada en la tabla anterior, se evidencia un notable aumento en la construcción de sistemas adecuados (rellenos sanitarios y plantas integrales) para la disposición final de RS en los últimos 15 años. Sin embargo, es bueno indagar sobre las estrategias a futuro para erradicar aquellas prácticas inadecuadas y la calidad en la operación de los sistemas técnicos de disposición existentes. Al respecto, se puede mencionar la reflexión que sobre el tema hacen Londoño y Gómez cuando comentan que en Colombia se permite la instalación de rellenos sanitarios y *“aunque este tipo de infraestructura obliga, así sea mínimamente, a contar con una serie de requerimientos de orden técnico, en la mayoría de los casos no se cumple con la normativa y se asemeja más a botaderos a cielo abierto”* (2010, p. 73).

4.3. Métodos de tratamiento y aprovechamiento de RS usados en Colombia

Al hablar de tratamiento de RS, se busca determinar los procesos y/o técnicas utilizadas en la desactivación de residuos peligrosos o el aprovechamiento del material que ostenta aún su calidad de recurso o materia prima. Generalmente, tanto aprovechamiento como tratamiento son vistos desde una perspectiva opuesta y terminan confundiendo las prácticas que los identifican. Para fines de este estudio, se ha hecho la precisión de que “tratamiento” y “aprovechamiento” hacen parte de un mismo conjunto de estrategias, ya sean tecnológicas, rudimentarias o elementales, que propenden por la disminución del material residual a disponer, así como la reducción de su impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud humana durante su etapa de confinamiento.

Ahora bien, en Colombia existen pocos datos confiables sobre las medidas implementadas en el tratamiento y aprovechamiento de los RS. Asimismo, la escasa información se presenta de

manera separada, es decir, como técnicas de desactivación de RS peligrosos y prácticas de aprovechamiento del resto de material residual; aún más, varias prácticas son señaladas como método de disposición final a pesar de la gran diferencia que existe entre unas y otras. En este sentido, el Instituto Nacional de Salud (INS) elaboró un manual de gestión integral de residuos que da cuenta de los métodos seguidos en Colombia para el tratamiento de residuos especiales. Es relevante explicar que la información suministrada por el INS fue, en una primera instancia, destinada a orientar los procedimientos internos de la entidad; sin embargo, el carácter regente del instituto permitió establecer dichas prácticas como lineamientos confiables para ser aplicados en múltiples procesos productivos que se dan en las diferentes entidades estatales y empresas privadas del país.

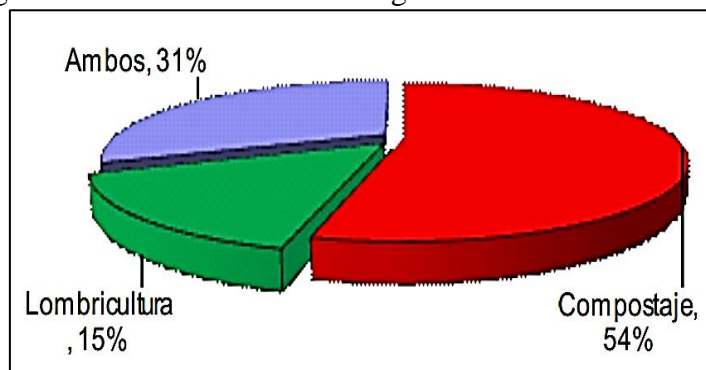
Tabla 4.5: Métodos de tratamiento de RS utilizados por el INS.

Tipo de residuo	Disposición final
Residuos no peligrosos -Biodegradables -Inertes -Comunes	Relleno sanitario
Residuos no peligrosos -Reciclables	Reciclaje de material para volver a ser utilizado en procesos productivos como materia prima
Residuos peligrosos -Biosanitarios	Desactivación con autoclave Relleno sanitario
Residuos peligrosos -Anatomopatológicos	Termodestrucción controlada Relleno sanitario – celda de seguridad
Residuos peligrosos -Cortopunzantes	Termodestrucción controlada Relleno sanitario – celda de seguridad
Residuos peligrosos -De animales	Termodestrucción controlada para animales (anatomopatológicos) o desactivación con autoclave (biosanitarios de animales) Relleno sanitario – celda de seguridad
Residuos peligrosos -Químicos fármacos (residuos vencidos)	Entrega a terceros autorizados por la autoridad ambiental para su destrucción y disposición final en relleno sanitario posterior al encapsulamiento de cenizas
Residuos peligrosos -Químicos reactivos	

Fuente: INS, 2010: (48).

En lo respectivo a los RS orgánicos, para el año 2008 se estableció un incremento en las prácticas de lombricultura y compostaje que, hoy en día, siguen siendo las prácticas de tratamiento más difundidas en el país y con un amplio auge económico.

Figura 4.4: Tratamiento de RS orgánicos en Colombia - 2008.



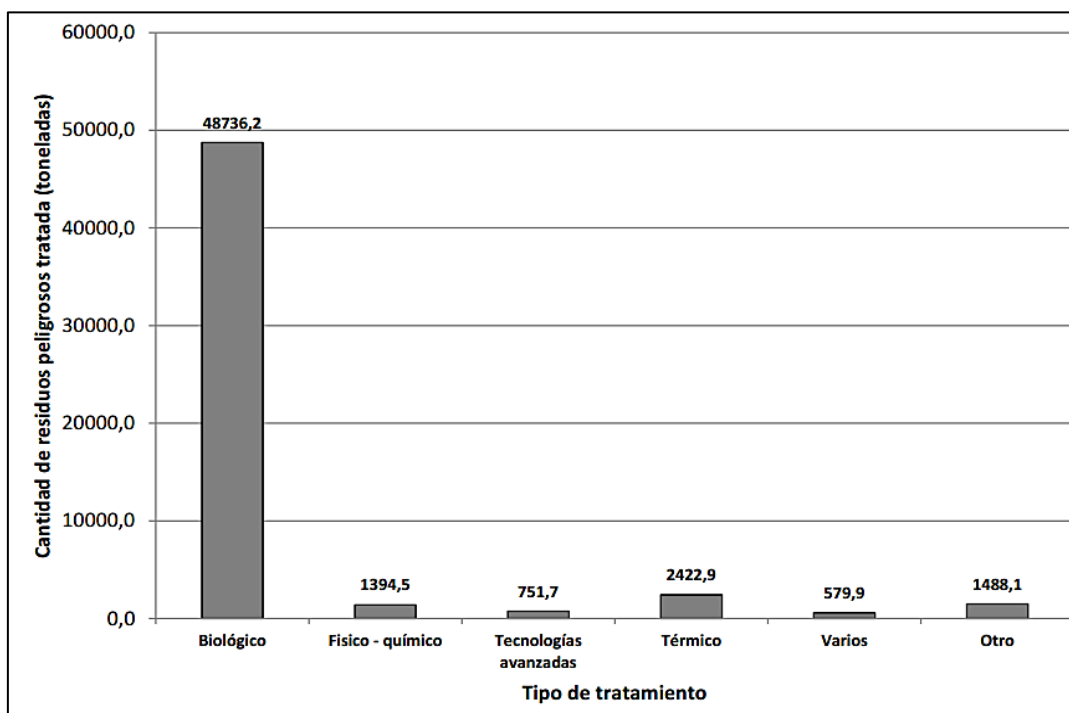
Fuente: Logreira, Molinares, Sisa y Manga, 2008: (6).

En la figura anterior, se muestra el porcentaje de RS aprovechado en el compostaje y la lombricultura y que fueron llevados a 30 plantas integrales durante el año 2008. Adicionalmente, se estima que el 26% de esas plantas cuentan con equipos para el pretratamiento de material reciclable. En lo concerniente a los residuos peligrosos, a finales del año 2004 en Colombia existían “170 incineradores aproximadamente, de los cuales el 57% se encuentran ubicados en hospitales y clínicas, el 32% en empresas privadas para uso interno y el 11% lo constituyen incineradores comerciales que prestan sus servicios a terceros” (MAVDT, 2005, p. 19). Este mismo Ministerio encontró que:

Otros tipos de tratamientos utilizados a menor escala son el tratamiento químico (neutralización para soluciones ácidas y básicas principalmente) y físico (molido, triturado, encapsulamiento). No se conoce la oferta de servicios de tratamiento biológico, ni tampoco el número de instalaciones y el desempeño ambiental de las empresas que ofrecen este tipo de servicios a través del territorio nacional -salvo casos aislados- (2005, p. 20).

No obstante, al final del año 2012 se encuentran las siguientes proporciones para sistemas de tratamiento de residuos peligrosos.

Figura 4.5: Cantidades de residuos peligrosos por operación de tratamiento en 2012.



Fuente: IDEAM, 2013: (48).

A manera de conclusión, se puede decir que en Colombia se aplican todos los procesos relativos al tratamiento y aprovechamiento de los RS con excepción de aquellos que utilizan tecnología de vanguardia como la nanotecnología. En general, las prácticas de reciclaje, reutilización, compostaje y lombricultura han surgido fuertemente, en especial las 2 últimas, que han logrado posicionarse a lo largo y ancho del territorio nacional, no sólo como medida sanitaria y ambiental para tratar los RS, sino como fuente de ingresos y/o abastecimiento de abono orgánico para las personas dedicadas a estas actividades.

5. PANORAMA ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN BOGOTÁ

Por su condición de Distrito Capital, la ciudad de Bogotá tiene una alta dinámica demográfica debido a que en ella confluyen individuos de diversas partes de Colombia y otros países. Según las proyecciones del DANE, para el 2014 la población de la ciudad se estima en 7.776.845 habitantes que generan aproximadamente 6.300 Tn/día de RS. Por otra parte, su crecimiento económico está emparejado con las fluctuaciones poblacionales y un carácter ciudadano cada vez más cosmopolita; de lo anterior, se desprende un drástico giro en los hábitos de consumo de los pobladores que, a pesar de su inequitativa distribución en las esferas socioeconómicas, tienden al incremento en la adquisición de bienes y servicios de manera generalizada, motivando el aumento significativo de RS.

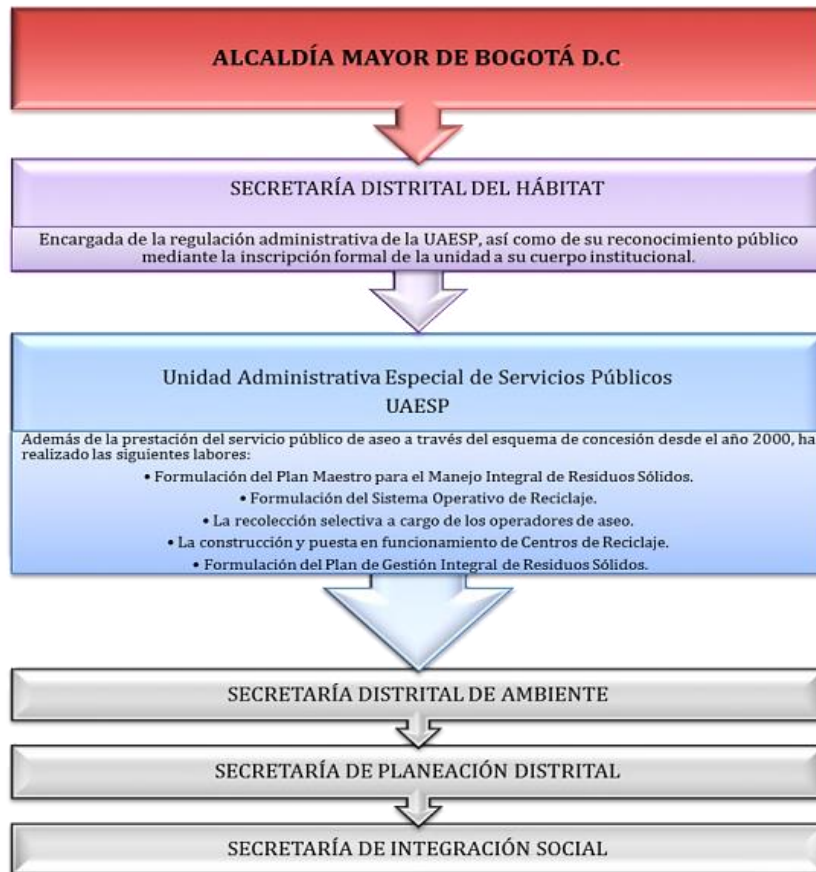
Así pues, se da inicio al despliegue paulatino del panorama actual de una ciudad que según Rodríguez (citado en Cetre, 2011) tenía, a principios de los años sesenta, alrededor de 1.305.857 habitantes. Es decir, una ciudad que ha sextuplicado su población en los últimos cincuenta años y cambiado desenfrenadamente su conducta consumista bajo el escenario de una misma zona geográfica con menores capacidades de autorregulación medioambiental. A diferencia de los aumentos mostrados en su demografía y economía, Bogotá no ha optimizado en la misma proporción sus políticas ambientales y desarrollo tecnológico; por tal razón, la situación de los RS se hace insostenible y riesgosa para el futuro inmediato de la capital. De igual manera, la civilidad de los capitalinos ha quedado estancada imposibilitando la construcción de una cultura ciudadana que haga sostenible la relación hombre-naturaleza.

Ahora bien, en consecuencia con sus conflictos socioambientales la realidad político-administrativa de la ciudad de Bogotá ha estado empantanada en una serie de sucesos que van desde la suspensión de alcaldes y las marcadas diferencias en los derroteros administrativos, hasta el intento de revocatoria del mandato del alcalde mayor Gustavo Petro. Este dirigente es el actual burgomaestre de la ciudad, elegido para dirigir durante el período comprendido entre los años 2012 y 2015; dentro de sus proyectos políticos más controversiales se encuentra el programa *Basura Cero* que intenta, a grandes rasgos, recuperar la capacidad del distrito para manejar el tema de los RS e impulsar las prácticas de reciclaje como estrategia económica y medida de control ambiental. Si bien los principios elementales de este nuevo programa persiguen la inclusión de lineamientos impostergables para la gestión integral de RS en Bogotá, su aplicación ha enfrentado múltiples obstáculos y presentado desaciertos coyunturales que han enlodado sus objetivos principales. En los siguientes apartes, se analizarán los factores involucrados en el esquema vigente del manejo de los RS en la capital y las estrategias que soportan la formulación del programa *Basura Cero*.

5.1. Organigrama institucional para el manejo de RS en Bogotá

En la actualidad, el organigrama institucional que se reconoce como el sistema rector, en lo relativo al tema de los RS de la ciudad, no ha cambiado. Sin embargo, se previó que con el nuevo modelo para la gestión integral de residuos sólidos implementado en la capital, se generarían algunos cambios progresivos en la jerarquización original. Bien como sea, hasta el año 2010 varios estudios sobre el tema muestran un organigrama institucional definido y se puede representar como sigue:

Figura 5.1: Organigrama institucional para el manejo de RS en Bogotá D.C.



Fuente: elaboración propia a partir de Corredor (2010).

De manera complementaria, las secretarías distritales de ambiente, planeación e integración social acompañan el proceso inherente a la recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de los RS de la ciudad, mediante la formulación de lineamientos, suscripción de convenios y aplicación de estrategias desde cada uno de sus ámbitos de impacto (Corredor, 2010). No obstante lo anterior, se observó que el apoyo efectivo ofrecido por las distintas secretarías al programa *Basura Cero* sólo se da en un plano promocional o divulgativo del mismo; lo anterior, debido quizás a la autonomía técnico-operativa y presupuestal de la UAESP.

5.2. Antecedentes del Programa Basura Cero

Inicialmente, se considera conveniente explicar que *Basura Cero* es el término que designa aquellos “*planes que se han adoptado en varios lugares del mundo y que apuntan a disminuir gradualmente la basura llevada a disposición final o incineración, estableciendo para ello metas concretas*” (Bello, Bravo, Charczuk y Sobrino, 2012, p. 15). De acuerdo a GrassRoots Recycling Network (citado por Greenpeace, 2004) “*Basura Cero maximiza el reciclaje, disminuye los desechos, reduce el consumo y garantiza que los productos sean fabricados para ser reutilizados, reparados o reciclados para volver a la naturaleza o al mercado*” (p. 9). Así pues, se puede decir que *Basura Cero* es una estrategia mundial que promueve un manejo integral de los RS mediante un cambio en los paradigmas tradicionales sobre la disposición y aprovechamiento del material residual que se producen en las comunidades urbanas.

Ahora bien, según Platt (citado en Greenpeace, 2004, p. 9):

A principios de los '80, un pequeño grupo de expertos en reciclaje comenzó a hablar acerca de la idea del “reciclaje total”. De estas deliberaciones se llegó al concepto de “basura cero”. En 1990, activistas de Filipinas ya utilizaban el término “basura cero”. Una de las primeras políticas formales de “basura cero” fue creada en 1995, cuando Canberra, Australia, promovió el objetivo “Ningún desecho en el 2010”.

Poco a poco, el programa *Basura Cero* ha ido ganando protagonismo como plan de manejo integral de RS y, de acuerdo a la Global Alliance for Incinerator Alternatives (GAIA), ha sido replicado por las siguientes ciudades del mundo:

Argentina: Ciudad de Buenos Aires – Rosario; Australia: Canberra - Eurobodalla - Willoughby – Estado de Australia Occidental - Estado de Victoria – Japón: Kamikatsu – Estados Unidos: Seattle - Condado de Santa Cruz – Condado Del Norte – Condado San Luis Obispo – Palo Alto – Boulder - Condado de Alameda - Condado Summit - Oregon – Condado King – Vermont Central - San Francisco - Berkeley - Carrboro – Canadá: Toronto - Halifax – Nelson – Sunshine Coast - Kootenay Central – Kootenay Boundary - Columbia Británica – Nanaimo - Cowichan Valley – Inglaterra: Doncaster - Bath y North East Somerset - Chew Magna - India: Kovalam - Kanchrapara – Sudáfrica - Filipinas: Candon, Ilocos Sur, San Isidro, Nueva Ecija, Pilar, Sorsogon, Linamon, Lanao del Norte, Sigma, Capiz - Eslovaquia: Palárikovo - El Líbano – Gales: Blaenau Gwent – Nueva Zelanda (s.f, p. 4).

5.2.1. El Programa Basura Cero como Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS para Bogotá D.C.

En el año 2006, mediante el Decreto 312, se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) de la ciudad de Bogotá. Entre otras cosas, las disposiciones registradas en el plan buscaban retomar e impulsar los proyectos estipulados en el PGIRS, promulgado en el año 2004 por la entonces Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos (UESP). De una manera tácita, la estructuración del PMIRS confirmaba el incumplimiento de los objetivos planteados en el PGIRS debido a la ineficiencia del órgano administrativo de aquel tiempo.

Tabla 5.1: Equipamientos e infraestructura para PGIRS Bogotá D.C., año 2004.

TIPO DE PROCESO	TIPO DE RESIDUOS	EQUIPAMIENTOS
Prevención, reciclaje y aprovechamiento	Ordinarios	Centros de reciclaje
		Bodegas especializadas
		Centros de acopio
Recolección y Transporte	Hospitalarios	Bases de operación
	Peligrosos	Bases de operación
	Escombros	Bases de operación
	Residuos ordinarios	Bases de operación
Transferencia	Residuos ordinarios	Estaciones de transferencia
Tratamiento	Hospitalarios	Plantas de incineración y/o desactivación
	Peligrosos	Unidad de estabilización fisicoquímica
	Escombros	Planta de trituración o Centros de Aprovechamiento
	Orgánicos	Planta de compostaje
	Lixiviados	Planta
Disposición final	Ordinarios	Optimización Relleno
		Construcción nuevo relleno
	Escombros	Escombreras
	Biosólidos	Rellenos controlados
	Peligrosos	Celda de seguridad

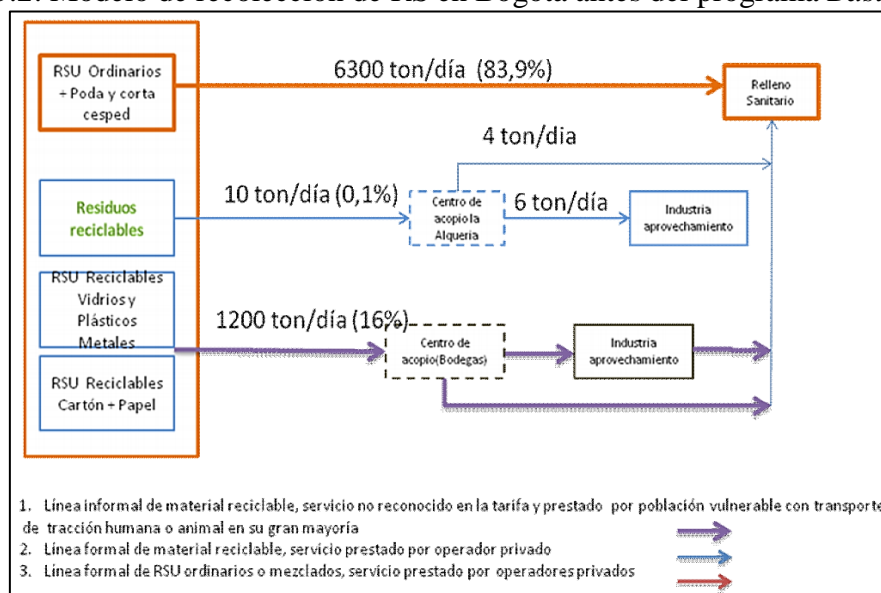
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2006: (1).

De manera generalizada, se denunciaba la insostenibilidad a futuro del manejo de las basuras y se encontraban afirmaciones como:

Bogotá está ad portas de una emergencia sanitaria porque no ha logrado cumplir algunas de las principales metas establecidas hace tres años en el Plan Maestro de Residuos Sólidos, como decidir el futuro del relleno de Doña Juana, el manejo de escombros y el reciclaje de basuras (Revista Cambio, 2007, p.1).

Antes de entrar en acción el programa *Basura Cero*, se consideraba que “*el servicio público de aseo de la ciudad de Bogotá está orientado principal y prioritariamente hacia el transporte y el enterramiento de basuras en el Relleno sanitario Doña Juana, en donde se disponen diariamente 6.300 toneladas de residuos sólidos*” (UAESP, 2012A, p. 6). En consecuencia, la construcción de infraestructura complementaria y la adecuación de los equipamientos requeridos para el PGIRS no se llevaron a cabo; aún más, para el año 2012 Bogotá sólo contaba con la operación de una ruta selectiva que entregaba el material de reciclaje al único centro de acopio funcional de la ciudad (UAESP, 2012A, p. 53).

Figura 5.2: Modelo de recolección de RS en Bogotá antes del programa *Basura Cero*.



Fuente: UAESP, 2012A: (20).

En la figura anterior se observa que sólo un 16,1% de los RS generados en la ciudad estaba siendo aprovechado. Para la administración distrital, la ineficacia del sistema para el manejo de RS se encontraba en el modelo administrativo del mismo debido a que las cuatro empresas prestadoras del servicio de aseo (Aseo Capital ESP, Lime ESP, Ciudad Limpia ESP y Atesa ESP) monopolizaron la oferta y convirtieron un servicio de primera necesidad en un negocio rentable. Según la UAESP (2012A):

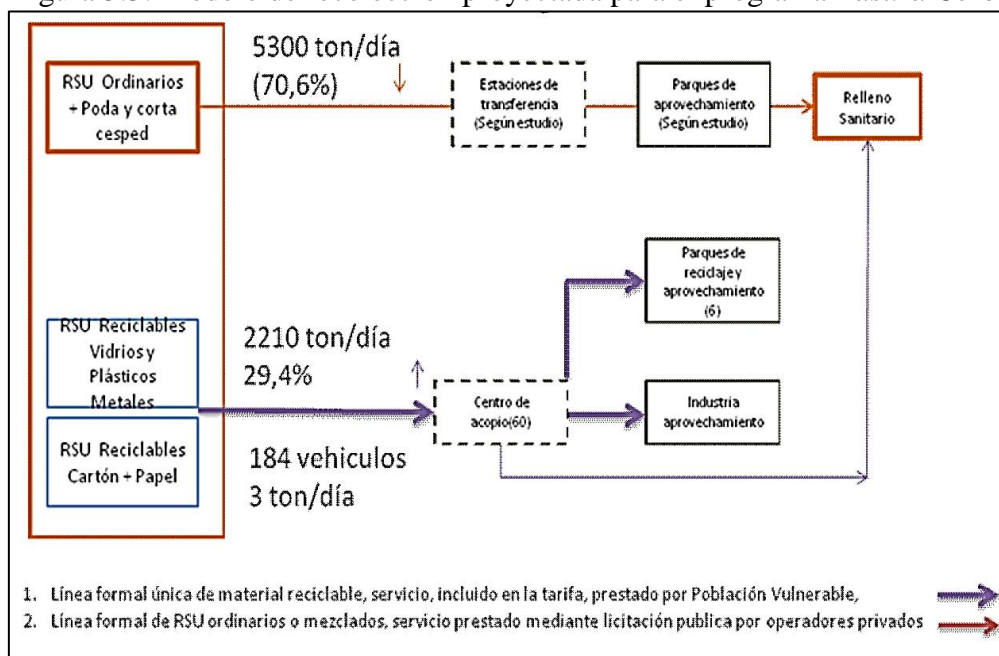
El esquema de recolección y transporte se caracteriza por tener una estructura dual: de una parte empresas privadas mediante contratos de concesión realizan una labor formalizada, remunerada, que representa para la ciudadanía costos significativos; y de otra parte una población de miles de recicladores de oficio en condiciones de vulnerabilidad realiza diariamente una labor informal, sin remuneración, carente de reconocimiento y utilizando vehículos de tracción humana y animal (p. 6).

Es así como la administración del alcalde Gustavo Petro, aprovechando la coyuntura del vencimiento de los contratos con las empresas privadas y el Auto No. 275 de 2011 de la Corte Constitucional, lanza en diciembre del 2012 el programa *Basura Cero*. De acuerdo a la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C (2012C), el programa *Basura Cero*:

Se orienta a minimizar el impacto de los escombros y los residuos sólidos, incluyendo los especiales y peligrosos, generados por la ciudad sobre el ambiente y la salud de los ciudadanos. Implica un cambio cultural, educativo y de políticas públicas sobre el manejo de residuos, que involucra al Estado, la ciudadanía y el sector productivo. Comprende acciones de estímulo a la producción de bienes de consumo reutilizables o biodegradables, construcción de una cultura de separación de residuos en la fuente, recolección separada, procesos industriales de reciclaje y aprovechamiento final y minimización de la disposición en relleno sanitario. Las acciones se dirigen hacia cumplir en el mediano y largo plazos, la meta de reducir la generación de basuras, elevar de manera constante la cantidad de residuos aprovechados y suprimir la segregación social, la discriminación ambiental y la depredación del ambiente causados por la estructura actual del servicio de aseo (p. 203).

De acuerdo a lo anterior, se evidencia una clara articulación para el manejo integral de los RS que incluyen los residuos peligrosos, especiales, ordinarios y las estrategias de reciclar, reducir y reutilizar; al mismo tiempo, se busca la inclusión social y el beneficio económico del grupo de recicladores de la capital, así como un cambio actitudinal en la población relacionado con las prácticas puntuales inherentes a la generación, aprovechamiento y disposición final de los RS.

Figura 5.3: Modelo de recolección proyectada para el programa *Basura Cero*.



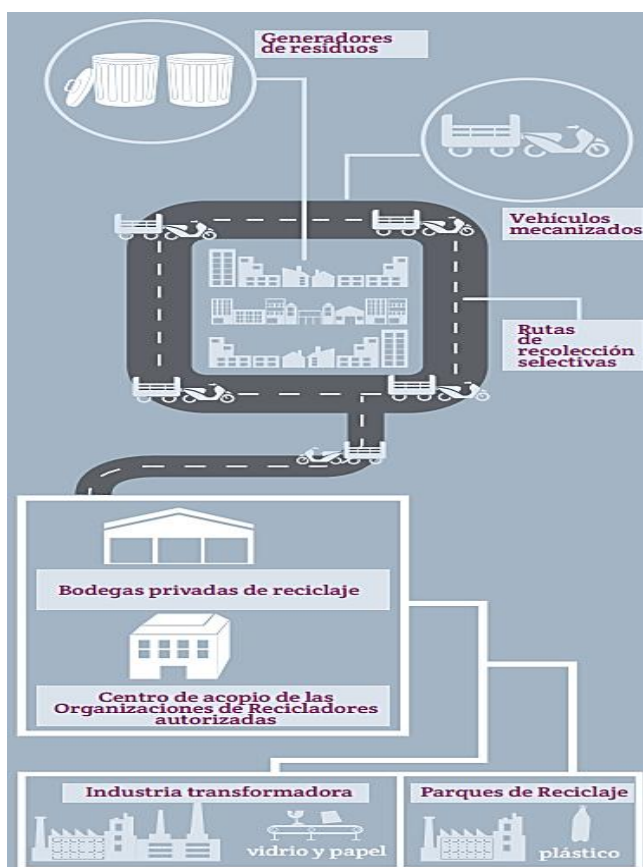
Fuente: UAESP, 2012A: (20).

Para lograr los objetivos propuestos por el programa *Basura Cero* la Alcaldía mayor de Bogotá D.C (2012C, p. 203) propuso la priorización de los siguientes proyectos:

1. Estrategia de producción sostenible.
2. Cultura de reducción de basuras y separación en la fuente.
3. Modelo de reciclaje para Bogotá.
4. Aprovechamiento final y minimización de la disposición en relleno sanitario.
5. Escombros cero.
6. Gestión integral de residuos especiales y peligrosos.

Con la implementación de las medieras registradas, se busca disminuir la disposición final de RS en el relleno “Doña Juana” mediante el máximo aprovechamiento del material susceptible de recuperación, reintroducción directa o transformación efectiva; de igual manera, se propende por la reducción y reutilización de material residual por medio de la sensibilización social y la participación ciudadana.

Figura 5.4: Propuesta del distrito para el aprovechamiento de los RS.



Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2012B: (12)

Sin lugar a dudas, en la teoría *Basura Cero* se proyecta como un modelo aceptable de Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la ciudad de Bogotá. Sin embargo, su implementación completa requiere de tiempo y en sus inicios se han generado múltiples dudas

como aquella que cuestiona si fue una decisión apresurada su implementación o qué tan eficiente puede ser el volver a un servicio exclusivamente público de aseo para Bogotá, si cuenta el Distrito Capital con las herramientas y elementos técnicos requeridos para mantener funcionando correctamente el programa o si, por consecuencia, terminará fracasando *Basura Cero* debido a la ampliamente demostrada inoperancia y corrupción del sistema politicoadministrativo de la sociedad colombiana, sólo por señalar las más inquietantes.

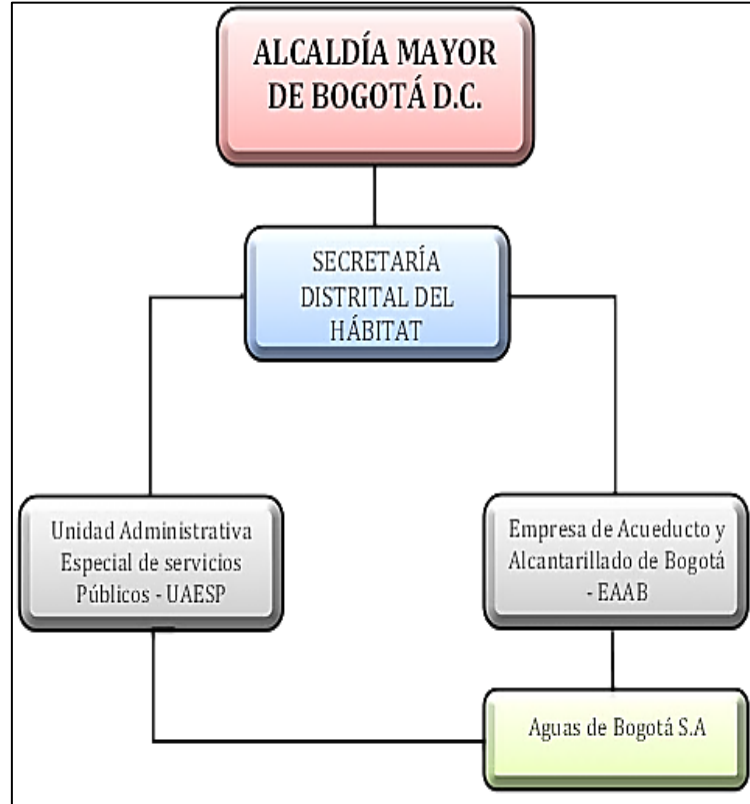
5.3. Modelo administrativo y operativo del programa *Basura Cero*

En el año 2006 y gracias a la autonomía que le confiere su condición de Distrito Capital, la administración de la ciudad de Bogotá transformó, mediante el Acuerdo 257 de 2006, la entonces Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos (UESP) en la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP. Así las cosas, la UAESP quedó organizada como una unidad administrativa especial del orden distrital, sector descentralizado por servicios, de carácter eminentemente técnico y especializado, con personería jurídica, autonomía administrativa y presupuestal y con patrimonio propio, adscrita a la Secretaría Distrital del Hábitat .

Actualmente, la UAESP sigue estando a cargo de lo relacionado con el funcionamiento del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Bogotá pero en colaboración con otras entidades del orden distrital y la inclusión de la empresa Aguas de Bogotá S.A. ESP.

En la gráfica siguiente, se muestra la estructura general del organigrama básico institucional que actualmente funciona con el programa *Basura Cero* de la ciudad de Bogotá D.C.

Figura 5.5: Organigrama básico institucional programa *Basura Cero*.



Fuente: elaboración propia a partir de UAESP (2012A).

El esquema actual del manejo integral de los residuos sólidos *Basura Cero* reformula varios componentes del servicio público de aseo para asegurar la inclusión real, progresiva y sostenible de la población recicladora de la ciudad, específicamente en la prestación de los servicios complementarios de aseo, reciclaje, transporte, transformación y aprovechamiento del material residual. Adicionalmente, ostenta una fuerte labor de capacitación y sensibilización tendientes a cambiar los hábitos de los ciudadanos para fomentar su compromiso social frente a la problemática existente mediante la motivación económica reflejada en la reducción de las tarifas cobradas por la prestación de los servicios de aseo.

Figura 5.6: Volante pedagógico programa *Basura Cero*.



Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2012A: (4)

En la figura mostrada, se hace evidente el nivel básico de la fase de sensibilización que se trabaja con la comunidad; claramente, ningún proyecto con ambición de cambio social puede empezar sin una elemental capacitación y persuasión colectiva. No obstante, es imperioso reflexionar sobre el derrotero y las metas finales que persigue *Basura Cero* desde la perspectiva de sostenibilidad y como propósito de política pública del distrito capital. Poco a poco, deberán reevaluarse los alcances parciales para ir acomodando la figura general de los procesos; lo anterior, debido a que la continuidad del modelo estará sujeta a los enfoques políticos de administraciones venideras.

Figura 5.7: Plegable pedagógico programa *Basura Cero*.

Es hora de SEPARAR

Todos los días llegan al relleno sanitario **6.300** toneladas de basura

De esta cantidad, **90%** es material que se puede aprovechar.

Tú puedes ayudar a recuperarlo

Reúne en una bolsa blanca los residuos reciclables

Lleva los residuos peligrosos al Punto Ecológico más cercano

Reúne en una bolsa negra los residuos NO reciclables

Entregalos a los recicladores

Consulta en www.ecopunto.com.co

Entregalos al servicio de aseo

Papel y cartón: Periódicos, Revistas, Cajas, Tierra-pack, Metales: Latas, Aceros, Cobre y estaño, Baldes

Vidrio: Botellas de colonias y licor, Frascos, Plástico, Botellas de bebidas y productos de aseo, Tapas, Empaques, Cajas, Baldes

Pilas: Aparatos electrónicos y eléctricos, Autoscopios, Bombillos, Linternas, Medicamentos vencidos

Papel: Contaminado, Revestido de plástico, Papelación, Sarnado, De fotografía, Adhesivo, Resistentes con sustancias tóxicas, Isopor, Plásticos contaminados

Residuos ordinarios: Servilletas sucias, Vasos y cubiertos desechables, Usados, Cajas de cigarrillo, Residuos sanitarios, De baños, laboratorios o enfermerías

Reduce. Reutiliza. Recicla. Conviértete en un consumidor responsable.

LOS REICLADORES, amigos del planeta

Gracias a los recicladores **1.000** toneladas de residuos inorgánicos dejan de llegar diariamente al relleno sanitario y son reutilizados para producir nuevos artículos

Esta labor tan importante la realizan bajo condiciones muy difíciles. Por eso, es hora de agradecer y apoyar el trabajo de estos amigos del planeta.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

HABITAT - Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos

PROGRAMA **basura**cero

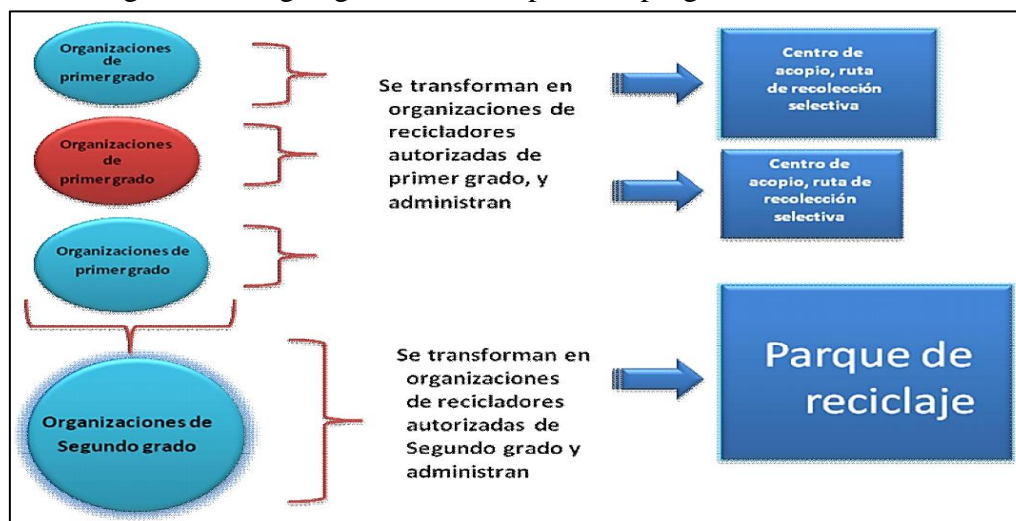
BOGOTÁ HUC7ANA

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2012A: (12)

Evidentemente, el modelo se construye sobre la implementación e incremento paulatino de la práctica de separación en la fuente por parte de los generadores primarios (ciudadanos) de RS de la capital, el fortalecimiento de la labor de los recicladores y la promoción de una actividad económica viable para asociaciones creadas en torno a la recuperación de materiales. En palabras de la UAESP (2012A):

El modelo se basa en la introducción progresiva de cambios estructurales que permitan dignificar el trabajo de la población recicladora, reducir sistemáticamente sus condiciones de vulnerabilidad, asegurar su regularización para la prestación de los componentes de reciclaje del servicio público de aseo y crecer en la cadena de valor (p. 21).

Figura 5.8: Organigrama básico operativo programa *Basura Cero*.



Fuente: UAESP, 2012A: (42).

Ahora bien, el organigrama básico operativo del programa está conformado por Organizaciones de Recicladores Autorizadas (ORA), que pueden ser de primer o segundo nivel. Al respecto, se debe comentar que las organizaciones de primer nivel tendrán a cargo rutas de recolección selectiva y centros de acopio; a su vez, una ORA de segundo nivel podrá coordinar el trabajo de hasta 22 ORA de primer nivel y el funcionamiento de 2 parques de reciclaje (UAESP, 2012A). Complementariamente, los “Centros de Acopio de las Organizaciones de Recicladores Autorizadas comercializarían directamente con la industria o con los bodegueros transformadores y enviarán a los parques de reciclaje los materiales propios de los procesos de transformación que en dichos escenarios se generen” (UAESP, 2012A, p. 24).

En lo referente al proceso de conformación y situación actual de las ORA, es necesario precisar que mediante la Resolución 061 del 2013 de la UAESP se crea el Registro Único de Recicladores de Oficio (RURO), el Registro Único de Organizaciones de Recicladores (RUOR) y se da inicio al reconocimiento de la organizaciones habilitadas para Bogotá D.C;

todo este andamiaje procedimental, conllevó a la conformación de las ORA. De acuerdo al periódico El Espectador (2014, p. 1) “*actualmente hay casi 21.000 recicladores de oficio registrados en el RURO y de estos solo reportan actividad menos de 10.000*”; por tal razón, se continúa con la validación e inclusión de nuevas ORA al programa *Basura Cero*. Finalmente, se debe comentar que, a la fecha, el Distrito Capital cuenta con la participación activa de 47 ORA de primer nivel (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015, p. 13).

5.4. Conflictos socioambientales en Bogotá inherentes a los RS.

Como se puede inferir, el programa *Basura Cero* es uno de los proyectos bandera de la actual administración de la ciudad de Bogotá D.C. Quizás desde el desplome de las celdas del Relleno Sanitario “Doña Juana” en 1997, los bogotanos no experimentaban un profundo inconformismo social por parte de una eventualidad ambiental. A decir verdad, el desorden originado por la recolección de las basuras en Bogotá, al inicio del programa, afectó de manera directa ecosistemas urbanos originando daño ambiental debido a algunas prácticas de abandono a cielo abierto de las basuras (Ardila, 2013). De igual manera, se observaron acumulaciones indebidas de desechos en varias calles de la capital y, de acuerdo a la Procuraduría General de la Nación, se recibieron alrededor de 150 denuncias que demostraron el riesgo en que se puso la salud pública por la falta de acopio y disposición final de los residuos sólidos (El País, 2013).

Ahora bien, a pesar de la evidente desarticulación en la promoción, planeación y ejecución del programa *Basura Cero* se observaron dos marcadas posiciones sociales frente a los eventos que comenzaron a principios del año 2013. Por una parte, los opositores a la administración distrital aseguraban que la irresponsabilidad e inflexibilidad de los funcionarios directivos del

distrito propiciaron el escenario para una emergencia previsible y de gran impacto ambiental como la ocurrida al finalizar el año 2012. De otra parte, se expusieron proposiciones de carácter económico donde se defendían las acciones adelantadas por la Alcaldía Mayor mediante argumentos que explicaban cómo se buscaba acabar con una pequeña mafia creada por los oferentes de servicios de aseo. Tanto unos como otros se debatieron, y aún lo siguen haciendo, intentando esclarecer el trasfondo político de la situación ambiental; sin embargo, no existe claridad sobre el tema para poder defender completamente una posición frente a la otra.

De lo que si hay claridad absoluta es que las fallas legales, procedimentales y logísticas que mostró el programa en su arranque fueron las detonadoras de un conflicto socioambiental de gran envergadura para la ciudad. Aunque el conflicto no ha tenido manifestaciones violentas, la tensión de la ciudadanía llegó a puntos extremos, desencantos políticos y desconcierto social que comenzaron por azuzar el partidismo de los habitantes. A tal punto, que dicho conflicto prosperó hasta el surgimiento de una propuesta de revocatoria del mandato del alcalde Gustavo Petro; si bien los ciudadanos no se habían congregado en marchas o pugnas graves, mediante las firmas recolectadas dejaron entrever su desacuerdo con el procedimiento que había adoptado la administración distrital frente al tema de los RS.

A manera de reflexión, se considera que el programa *Basura Cero* es una estrategia plausible para iniciar la erradicación de los malos hábitos que tienen los capitalinos en el manejo de los residuos sólidos; adicionalmente, el programa contempla un impacto positivo sobre el medio ambiente y la economía local cuando busca reducir, al máximo, el consumo inconsciente y aprovechar eficazmente el material residual susceptible de una reintroducción al ciclo

productivo. No obstante lo anterior, la implementación del programa fue apresurada y carente de planeación seria, hecho que originó un conflicto socioambiental muy mal manejado por los dirigentes ya que hubo un silencio hermético, por parte de la alcaldía, durante un período considerablemente largo; en contraposición, los detractores de la propuesta, junto a los medios de comunicación, parecían dejar de denunciar y se abalanzaban peligrosamente sobre la comunidad como buscando encender una revuelta, que si bien tenía asideros en ciertos aspectos, podría haber originado consecuencias nefastas y el entorpecimiento total de un programa indiscutiblemente perentorio para una ciudad de la envergadura, importancia e historia como Bogotá.

Después de haber vislumbrado el contexto mundial, la situación nacional y el manejo actual en el Distrito Capital de los RS, se procede con la revisión de los antecedentes y circunstancias presentes que envuelven al principal componente de la superestructura del programa *Basura Cero* en la ciudad de Bogotá: el relleno sanitario “Doña Juana”. Sin lugar a dudas, una de las problemáticas ambientales subyacentes que lograría mitigar el nuevo esquema de recolección es la relacionada con el sitio de disposición final; en contraprestación, el relleno “Doña Juana” juega un papel primordial en la consecución de los objetivos del programa *Basura cero*.

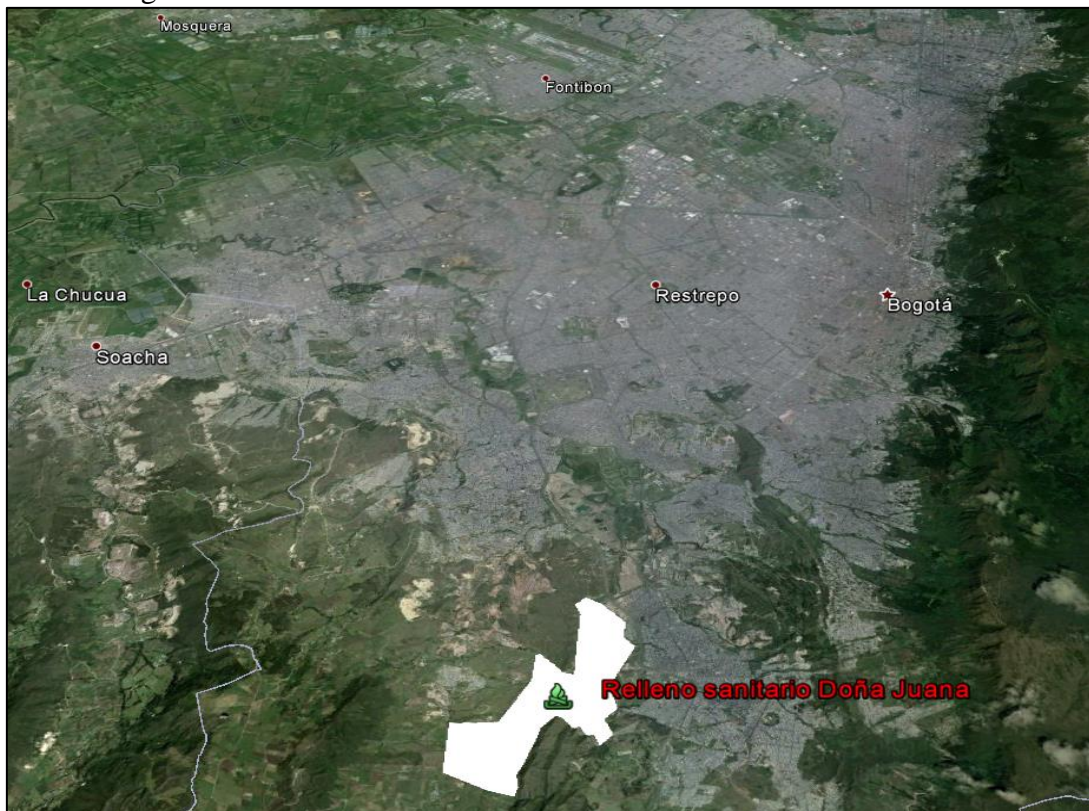
6. RELLENO SANITARIO “DOÑA JUANA”

En los apartes venideros, se expondrá la información general del estado actual del relleno sanitario “Doña Juana”, así como su historia y algunas situaciones polémicas que ha enfrentado durante su funcionamiento. Lo anterior, con miras a considerar la realidad del relleno y su impacto directo sobre el entorno que lo alberga.

6.1. Generalidades del relleno sanitario

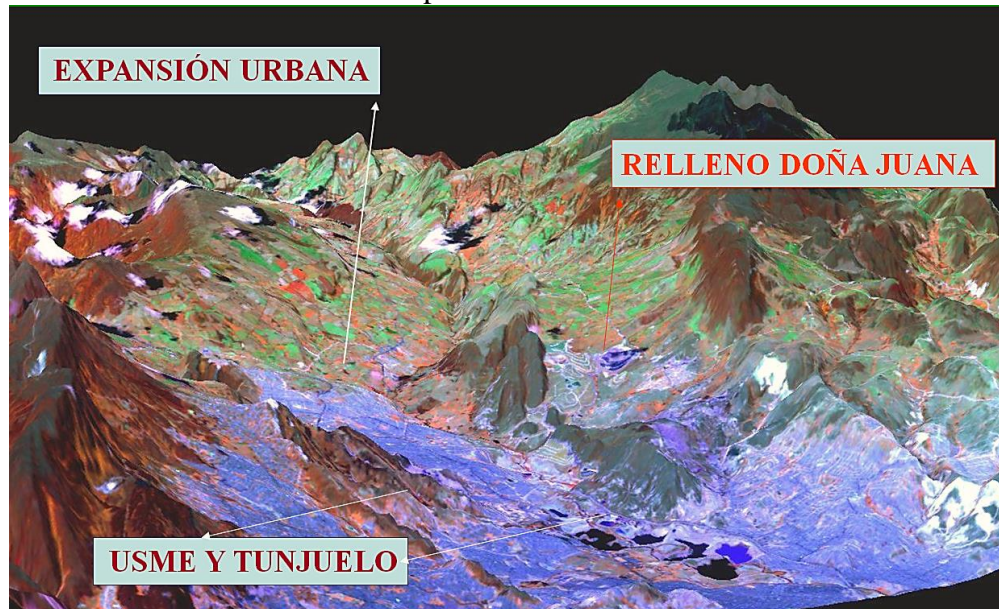
De acuerdo a la Defensoría del Pueblo de Colombia (s.f), en Bogotá, “*hasta 1988 la disposición final de los residuos sólidos se realizó en botaderos a cielo abierto, como los de El Cortijo, Gibraltar y Protecho, los dos primeros ubicados muy cerca del río Bogotá*” (p. 2). A partir de 1989, “*las basuras provenientes de la capital y de los municipios de Fómez, Cáqueza, Choachí, Chipaque y Ubaque se disponen en el relleno sanitario Doña Juana, al sur de la ciudad*” (Defensoría del Pueblo de Colombia, s.f, p. 2). Con mayor precisión, se puede decir que el relleno sanitario Doña Juana está ubicado en los límites rurales de la localidad de Ciudad Bolívar y se expande hasta la avenida Boyacá, en los linderos de la localidad de Usme.

Figura 6.1: Ubicación del relleno sanitario Doña Juana en la ciudad.



Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth (2015).

Figura 6.2: Perspectiva topográfica del relleno sanitario Doña Juana con respecto a la expansión urbana.



Fuente: Rodríguez, 2009: (29).

Según el CGR Doña Juana (s.f) “*el relleno sanitario, ubicado en la avenida Boyacá vía al llano, fue inaugurado el 1 de noviembre de 1988. En este tiempo se disponía en celdas de 5 metros de altura, no existían filtros pasantes de lixiviados*” (p. 1). Ahora bien, durante los primeros años de funcionamiento del relleno sanitario el manejo técnico se dejó a manos de diferentes profesionales contratados por la ciudad para tal fin; “*luego de una licitación pública el contrato es adjudicado a la firma privada Prosantana Ltda y empieza a operarlo el primero de octubre de 1989*” (Rodríguez, 2009, p. 32). Sin embargo, el mismo Rodríguez (2009) comenta que:

El 27 de septiembre de 1997 se produjo un movimiento causado por la acumulación de lixiviados y gases dentro de la masa del relleno. Dicha acumulación incrementa la presión al interior del relleno. El deslizamiento termina su recorrido, taponando con cerca de 500 mil toneladas de basura el cauce del río Tunjuelito. En total se desacomodan por lo menos 3 millones de toneladas de basura (p. 34).

Por tal razón, la empresa española Proactiva S.A se hace cargo de la operación del relleno desde marzo del 2000 hasta octubre del 2009 (Ferrer y Pinzón, 2009, p. 46). Luego pasa a ser gerenciado por la empresa Aguas de Bogotá durante un corto período, pero en el año 2009 se abre una nueva licitación para la adjudicación de la operación del relleno y el Centro de Gerenciamiento de Residuos Sólidos “Doña Juana” pasa a ser la nueva y actual empresa que se encuentra al frente del manejo del relleno sanitario.

De acuerdo a la Defensoría del Pueblo de Colombia (2010):

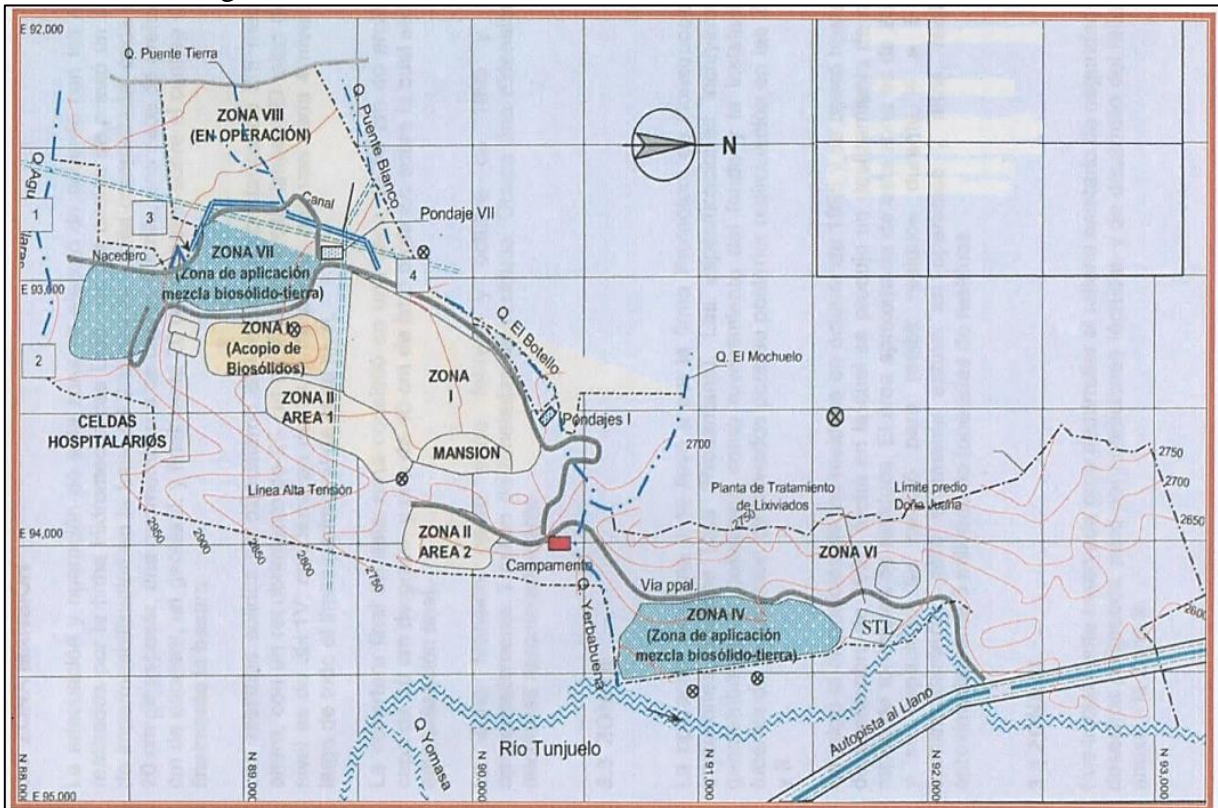
El relleno tiene un área total de 592 Has, de las cuales 189.69 se han intervenido con disposición de residuos sólidos, es decir, el 32%, en 22 años. De estas, 94.46 Has corresponden a la Zona de Amortiguamiento Ambiental y 14,76 se destinarán para la Zona de Optimización en su fase I (p. 16).

Finalmente, se debe mencionar que en sus inicios el relleno sanitario no cumplió con ninguna especificación técnica en lo relativo a obras de ingeniería que mitigaran el impacto ambiental de sus procesos debido a los cambios en los diseños originales; simplemente, se dispuso de un terreno, más o menos adecuado en sus características topográficas y geoconformativas, para subsanar la manera desordenada con la que se manejaban, hasta ese momento, los RS en la capital colombiana (Makyu, 1998). No obstante lo anterior, con el paso del tiempo “Doña Juana” ha alcanzado cierto grado de tecnificación y un evidente cambio que puede percibirse en los aspectos paisajísticos asociados al relleno (Gómez, 2012); sin embargo, esto no quiere decir que se haya logrado una optimización de todos los procesos concernientes al manejo integral de RS.

6.2. Procesos internos para la disposición final de los RS

Inicialmente, se debe comentar que al relleno sanitario llegan residuos convencionales y peligrosos para ser dispuestos en diferentes celdas según su clasificación. En procura de optimizar sus procesos, desde el año 2010 el “*Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juana S.A. E.S.P. desarrolla sus actividades de administración, operación y mantenimiento integral del relleno sanitario Doña Juana en sus componentes de disposición final, tratamiento de lixiviados y alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos*” (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA] 2013, p. 3). Al respecto, se debe aclarar que el CGR Doña Juana es una Unión Temporal conformada por empresas del Brasil, Canadá y Colombia.

Figura 6.3: Distribución interna Relleno Sanitario “Doña Juana”.



Fuente: Arriero, 2008: (56).

Ahora bien, debido al crítico momento por el que atraviesan todas las empresas privadas e instituciones públicas asociadas al manejo del relleno sanitario “Doña Juana”, ya sea como encargadas de su parte operativa, administrativa o de control, existe un severo hermetismo en la información disponible para el público en general; lo anterior, debido a la articulación que se busca con el programa *Basura Cero* y los cambios internos en la administración distrital que esto amerita. De acuerdo a El Tiempo (2014), hasta agosto del año 2014 la UAESP ha tenido 6 directores distintos. Al respecto, la Procuraduría General de la Nación (citada en El Tiempo, 2014) afirmó que *“el cambio de director en la Uaesp, cada uno con una “visión particular” del modelo de aseo, ha llevado a que le hagan modificaciones y a que objetivos y metas se afecten en su cumplimiento”* (p. 1).

No obstante, durante las visitas de inspección adelantadas durante el año 2014, como estrategia de investigación para el presente proyecto, se pudo establecer que en el relleno sanitario de “Doña Juana” se aplica el método combinado para el enterramiento de las basuras; sin embargo, la topografía del área donde se ubica el relleno facilita, en algunas ocasiones, el uso de la orografía del sector para implementar una disposición parecida al método de depresión. Para el control de la temperatura y presión interna de las celdas, se instalan piezómetros y termómetros en cotas que fluctúan hasta los 80 mts.

Por otra parte, se pudo confirmar la construcción de filtros sobre la primera capa de grava, extendida sobre la geomembrana como reforzamiento para la impermeabilización del suelo, que se conectan por una línea de conducción de los lixiviados hasta dos pondajes (sistemas de oxigenación) que entregan el vertimiento a una planta de tratamiento. De acuerdo a la empresa

SCS Engineers (2007, p. 3), las especificaciones técnicas para la impermeabilización del fondo del relleno son:

- Arcilla. La capa de arcilla debe tener una permeabilidad máxima de 1×10^{-6} cm/s. En caso de que se encuentre un estrato de permeabilidad superior, se hace un reemplazo en el área involucrada en un espesor de 50cm.
- Geomembrana texturizada. Material de HDPE en un espesor de 60 mils unida mediante termofusión. Se realiza control de calidad a juntas y reparaciones.
- Geotextil no tejido. NT3500 o 350g/m
- Rajón 1-4". Producto triturado. Espesor 25 cm.
- Grava 1-4". Canto rodado. Espesor 10cm residuos sólidos.

En lo concerniente a la cobertura, se puede decir que no se realiza de manera diaria sino que se implementa el método de cobertura temporal, de manera diaria, para el control de los olores y vectores. Para la cobertura final, se utiliza *“una capa de arcilla de espesor 80 cm que debe tener una permeabilidad máxima de 1×10^{-6} cm/s. Sólo se usa material seleccionado; una capa de mezcla Biosólido -Tierra Negra de 40 cm de espesor y finalmente una empedradización”* (SCS Engineers, 2007, p. 4). Finalmente, se debe mencionar que el relleno sanitario cuenta con un sistema de canales perimetrales construidos en piedra para el manejo de las aguas lluvia. Asimismo, se levantan chimeneas de desfogue para las zonas clausuradas como medida preventiva para evitar la acumulación de gases. Sin embargo, desde que entró en operación la Planta de Biogás “Doña Juana” se ha construido un completo sistema de ductos para el aprovechamiento del gas producido durante la descomposición del material dispuesto en el relleno.

Con referencia a lo anterior, la planta de Biogás “Doña Juana” es el resultado de un proyecto que inició con la participación de varias empresas multinacionales; aprovechando el Mercado

de Bonos de Carbono impulsado por los países industrializados para cumplir con los valores de emisiones acordados en el Protocolo de Kioto, se logró la financiación para instalar una planta procesadora de biogás con tecnología francesa, suiza y alemana. Así pues, “el Grupo Gas Natural, en consorcio con GRS Valtech, del Grupo Veolia, crearon la empresa Biogás Doña Juana S.A. ESP para la extracción, tratamiento y aprovechamiento energético del biogás en el Relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá (Gas Natural Fenosa, s.f).

6.3. Estadísticas actualizadas del relleno sanitario

Para establecer el comportamiento estadístico del relleno sanitario “Doña Juana”, se debe recurrir a los datos que la UAESP suministra a las distintas entidades del distrito; de acuerdo a la información suministrada por el Observatorio Ambiental de Bogotá, se tiene el siguiente comportamiento en la disposición final durante la última década.

Figura 6.4: Promedio mensual de toneladas de RS dispuestas en el Relleno Sanitario “Doña Juana” años 2000 a 2014.

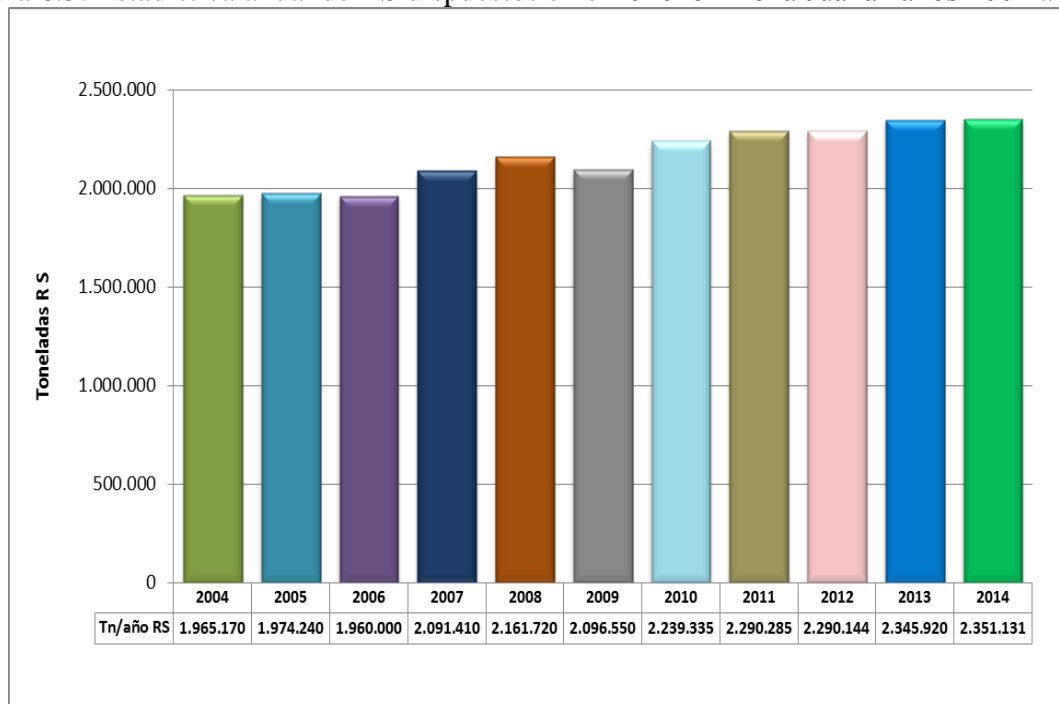


Fuente: UAESP, 2014: (23).

En la información precedente, se puede observar un incremento en el promedio mensual de los RS dispuestos en el relleno sanitario a lo largo del período analizado; de igual manera, se evidencia una pequeña disminución de dicho promedio en los años 2007 y 2009 que puede obedecer, muy seguramente, a errores de cálculos por inexactitud en los datos. Sin lugar a dudas, la proyección de generación de RS está estrechamente vinculada al incremento de la población que habita en la ciudad; sin embargo, se debe prestar especial interés a los valores de los años 2013 y 2014 ya que son indicadores de una estabilidad en la producción de RS que, en primera instancia, puede ser entendida como consecuencia del aprovechamiento del material residual promovida por el programa Basura Cero.

Ahora bien, el Observatorio Ambiental de Bogotá ofrece los siguientes datos sobre la cantidad de RS sólidos dispuestos en el relleno durante los últimos 10 años:

Figura 6.5: Estadística anual de RS dispuestos en el relleno “Doña Juana” años 2004 a 2014.



Fuente: elaboración propia a partir de Observatorio Ambiental de Bogotá, 2015: (1).

En la tabla anterior, se puede observar que en los últimos 10 años la disposición final en el relleno sanitario aumentó en casi un 20%. Dicha situación obedece a la influencia de una doble variable que está relacionada con el incremento poblacional y el acrecentamiento de la producción per cápita de RS; sin embargo, al igual que en la dinámica de la producción promedio mensual de RS, la disposición anual en el relleno sanitario muestra una disminución en la tasa de crecimiento del volumen de RS entre los años 2013 y 2014. Según la interpretación de los datos obtenidos durante la fase de investigación de este proyecto, se concluye que más de 800 camiones de recolección entran diariamente al relleno sanitario, todos son inspeccionados y pesados para tener control de los desechos. Así pues, se calcula que aproximadamente 6.500 ton/día son dispuestas en el relleno, equivalentes al 15% de los residuos sólidos que se producen en el país.

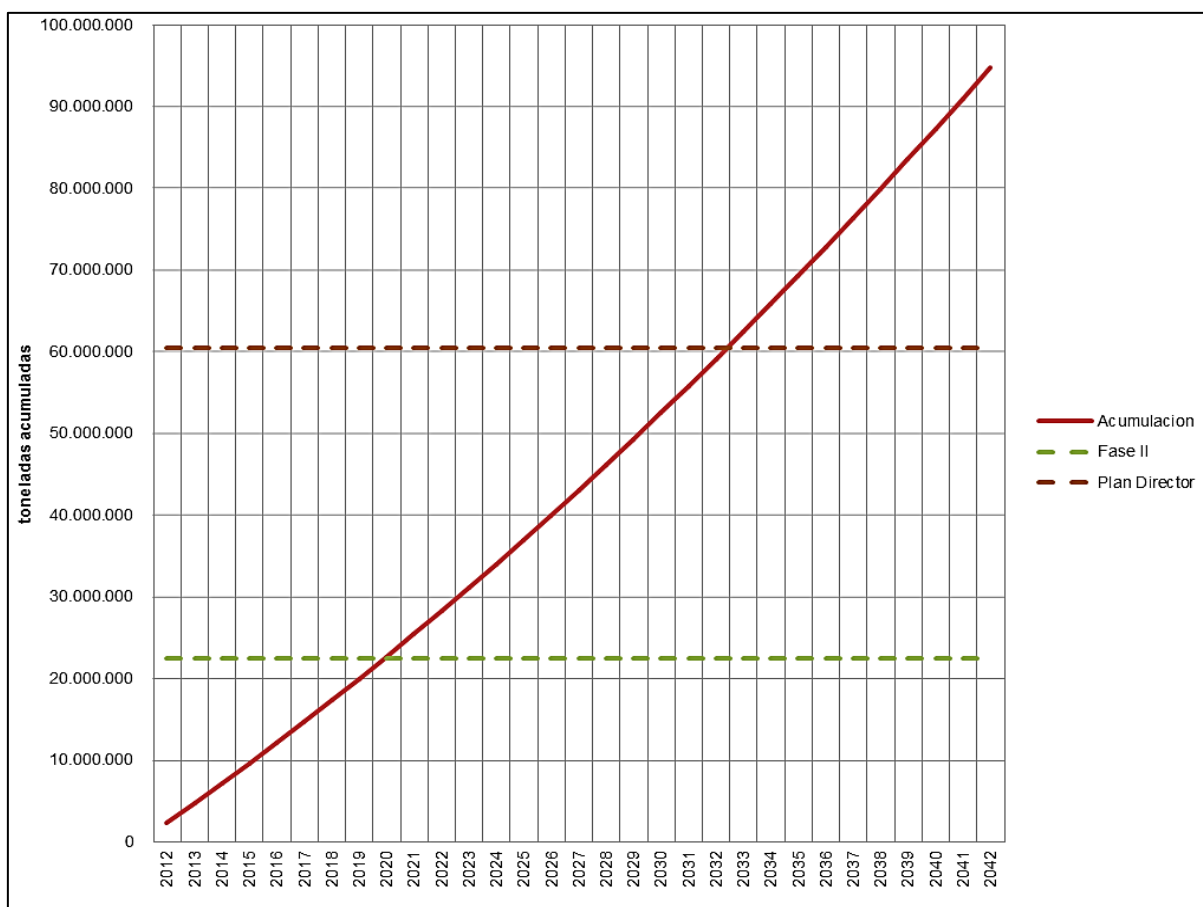
6.4. Vida útil real del relleno

Si bien la proyección de la vida útil de un relleno sanitario puede fluctuar debido a los valores que logren tomar variables como la producción per cápita, la cantidad de RS generados y el número de asentamientos humanos que lo utilicen, matemáticamente obedece a una fórmula sencilla y de fácil comprensión. Sin embargo, en el caso del relleno sanitario “Doña Juana” se intercepta profusas situaciones que dificultan el cálculo de su vida útil. Por un lado, se encuentran las limitaciones asociadas al área específica y características del terreno donde se encuentra el relleno; de igual manera, influyen los conceptos técnicos que deben proferir las autoridades ambientales competentes del distrito y, finalmente, aparecen incontables conflictos políticos que entorpecen la apreciación real del estado actual de “Doña Juana”. Según el diario El Espectador (2013A, p. 1):

En enero del próximo año, Bogotá no tendrá dónde enterrar las 6.400 toneladas diarias de residuos que genera la ciudad y otras 100 toneladas que día a día llegan de siete municipios de Cundinamarca. Esto porque la vida útil del relleno sanitario Doña Juana se agotará en siete meses, de aquí a 2014.

Sin embargo, hacia finales del 2012 se encontraban aseveraciones sobre el relleno dictaminando que tan sólo *“podría recibir por un año más las basuras que se generan en la capital colombiana, debido a que el terreno autorizado para esa disposición se coparía en diciembre del 2013, y no en cinco años, como se ha venido informando”* (El Tiempo, 2012, p. 1). Pero, además, se anunciaban posiciones tan disímiles como que *“la capital de la República contará con un nuevo relleno sanitario antes de finalizar este año, así lo confirmó el director de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), Henry Romero”* (El Espectador, 2012, p.1). Y tan sólo meses después, en el año 2013, el nuevo director de la UAESP comentaba *“el relleno tiene que dejar de existir, porque es obsoleto, agresivo con el medio ambiente y discriminatorio con las dos localidades aledañas a él. La idea a largo plazo es que se podría convertir en una gran planta de reciclaje”* (El Espectador, 2013B, p. 1). Evidentemente, en las pronunciaciones expuestas se revelan posiciones contradictorias que muestran un desconocimiento técnico sobre las proyecciones ingenieriles y una marcada diferencia política en el derrotero que se propone para el manejo de los RS en Bogotá, más exactamente sobre el destino del relleno sanitario “Doña Juana”. Para intentar esclarecer la situación, a continuación se muestra la proyección realizada durante el más reciente seminario sobre el “Plan de Ajuste al Plan Maestro para el Manejo de Residuos Sólidos en Bogotá (PMIRS)”:

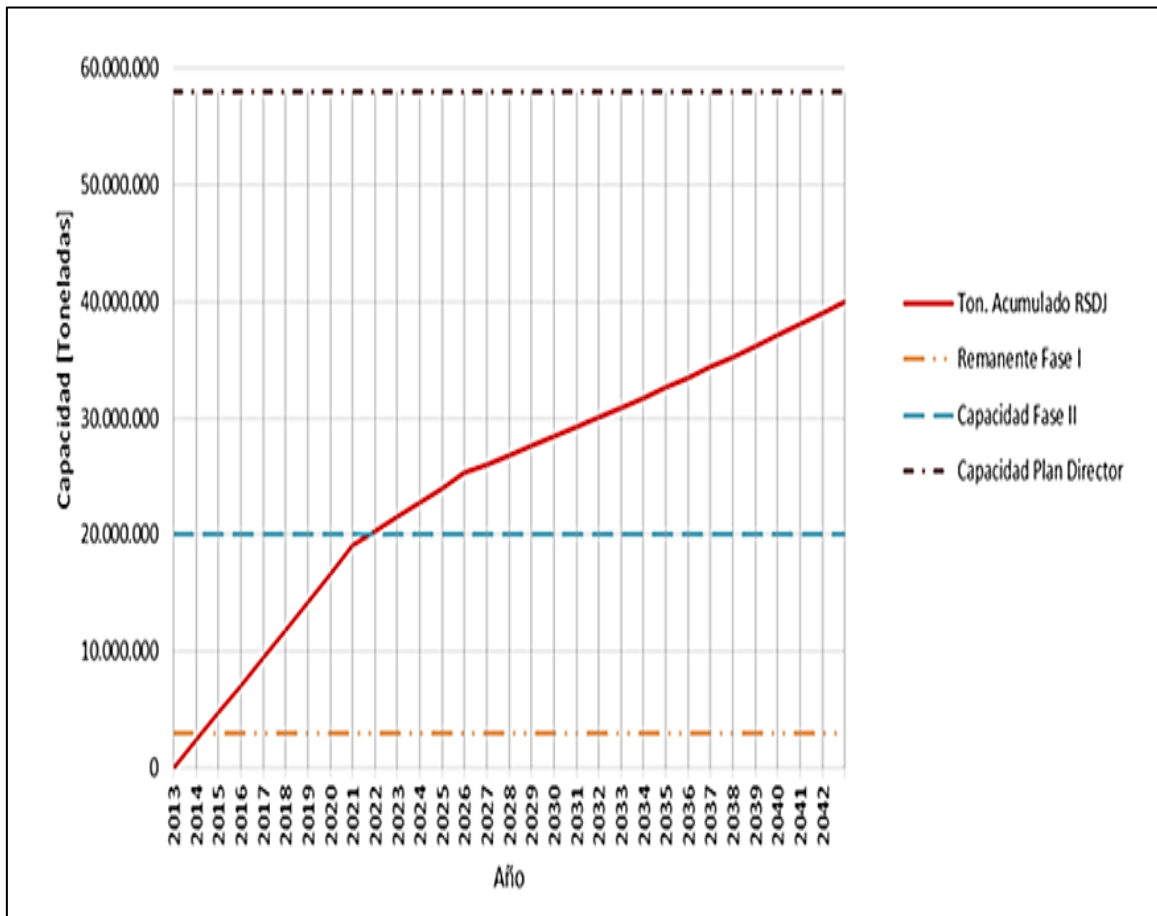
Figura 6.6: Vida útil del relleno “Doña Juana” sin Plan Maestro.



Fuente: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), 2013: (36).

En la información suministrada, la UAESP expone que el relleno sanitario “Doña Juana” tiene por lo menos una vida útil que va hasta el año 2032; lo anterior puede variar teniendo en cuenta que esa vida útil se ampliaría más allá del año 2042 si Bogotá implementa el Plan Maestro para el Manejo Integral de los RS, es decir, el componente principal del programa *Basura Cero*.

Figura 6.7: Vida útil del relleno “Doña Juana” con Plan Maestro.



Fuente: JICA, 2013: (182).

En concordancia con lo comentado, se debe mencionar que para el año 2010, de las 590 Ha del relleno sólo se habían utilizado 190 (Arévalo, 2010). Ahora bien, de acuerdo a El Tiempo (2014, p. 1):

La vida útil del relleno sanitario de Doña Juana, en el que Bogotá dispone a diario 6.300 toneladas de basura, quedó garantizada por 7,6 años más, gracias a la licencia ambiental que otorgó ayer la Corporación Autónoma Regional (CAR) para ejecutar un proyecto de optimización del lugar. Con esta licencia, la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (Uaespp) podrá ejecutar el proyecto de Optimización Fase II de las zonas VII y VIII del relleno sanitario, localizado en la vereda El Mochuelo, de Ciudad Bolívar.

6.5. Problemática socioambiental asociada al relleno sanitario.

Indudablemente, una de las obras de ingeniería ambiental que presenta mayor resistencia y continuos conflictos socioambientales son los rellenos sanitarios. Evidentemente, la percepción de la comunidad colindante con el área seleccionada para la disposición de RS siempre será la de “basurero”, a pesar de que el relleno sanitario pueda contar con los procesos más tecnificados del momento. De alguna manera, esa percepción está justificada ya que aun utilizando tecnología de punta, el enterramiento controlado de basuras genera una serie de impactos directos sobre el medio ambiente que alteran las dinámicas socioeconómicas de la zona de influencia.

En el caso del relleno sanitario “Doña Juana”, se han reportado múltiples conflictos socioambientales generados por diversas causas, a saber: problemas de salud pública, desvalorización de terrenos, afectación de zonas agropecuarias por degradación del suelo, contaminación de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, generación de malos olores, proliferación de vectores, polución atmosférica y riesgos asociados a la remoción en masa. Todas estas situaciones tienen una alta probabilidad de ocasionar emergencias sanitarias como la ocurrida por el desplome de algunas celdas de “Doña Juana” ocurrido en el año de 1997; esta eventualidad, conllevó a la instauración de una acción de grupo contra el distrito y concluyó con el pago de indemnizaciones a los afectados, ordenado por el Consejo de Estado, en el año 2013. Constantemente, los hospitales adscritos a la red de salud pública del distrito promueven campañas contra enfermedades respiratorias y atienden distintas patologías manifestadas por habitantes de las localidades de Ciudad Bolívar y Usme, sectores limítrofes con “Doña Juana” (Méndez *et al.*, 2006).

Ahora bien, se puede decir que un conflicto socioambiental comienza cuando las externalidades de una actividad antrópica producen o pueden producir impactos directos y significativos sobre el ambiente, afectando la calidad de vida de una comunidad. En este contexto, existen múltiples afectaciones que los individuos no reconocen como prioritarias; así pues, se considera que entre los futuros conflictos sociales ocasionados por la operación del relleno sanitario “Doña Juana” se planteará la problemática relacionada al manejo de los lixiviados. Según información obtenida en el relleno por SCS Engineers (2007):

El flujo promedio de lixiviado tratado está entre los 12.9 y 16 l/s, mientras que el caudal promedio de generación de lixiviado en 2006 fue 23 l/s con picos hasta de 35 l/s, lo que ha requerido el uso de un pondaje para el almacenamiento de lixiviado excedente (p. 5).

Como bien es sabido, en ingeniería ambiental se diseñan los sistemas de tratamiento de lixiviados a partir del caudal máximo a sanear para asegurar la eficiencia del sistema. En el informe final del Plan Maestro para el Manejo Integral de RS en Bogotá, la UAESP expone la siguiente información proyectada:

Tabla 6.1: Estimación de caudales de lixiviados generados en la Fase II Relleno Sanitario “Doña Juana”.

Año	Generación Lixiviados		
	Caudal Promedio L/s	Caudal Diario m3/día	Volumen Anual m3/año
2015	2,5	211,9	77.359,6
2016	4,4	379,9	138.646,6
2017	6,6	569,8	207.973,6
2018	9,2	796,7	290.813,4
2019	9,7	841,9	307.298,1
2020	10,1	874,9	319.344,8
2021	10,9	944,8	344.852,6
2022	9,0	704,0	256.965,3
2023	7,2	622,9	227.376,3
2024	5,0	434,7	158.652,6

Fuente: Genivar (citado en JICA, 2013): (188).

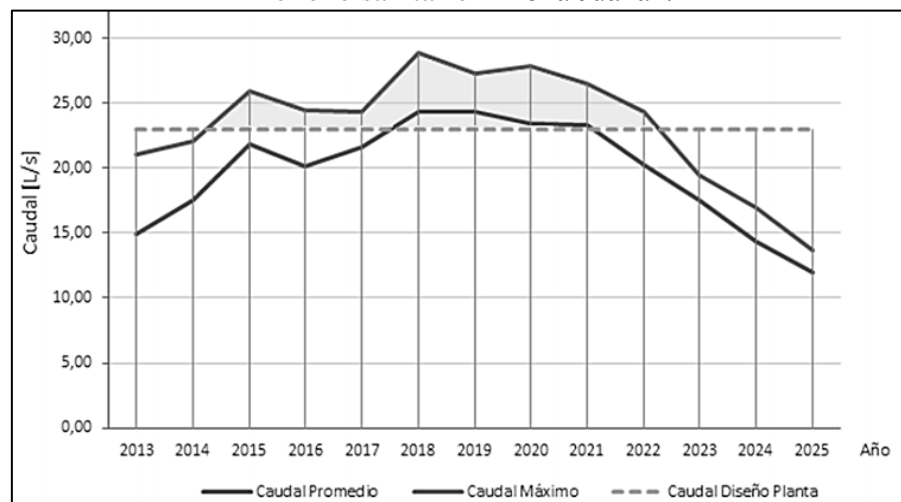
Figura 6.8: Planta de tratamiento de lixiviados relleno sanitario “Doña Juana”.



Fuente: el autor (2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, se corrobora que uno de los puntos críticos de control del relleno sanitario “Doña Juana” son los lixiviados. Más aún, si se consideran las recientes estimaciones sobre la proyección de la capacidad de la Planta de Tratamiento de Lixiviados – PTL de “Doña Juana”:

Figura 6.9: Déficit del tratamiento de lixiviados en función del caudal de diseño de la PTL Relleno sanitario “Doña Juana”.



Fuente: JICA, 2013: (189).

Finalmente, se debe precisar que si bien los conflictos socioambientales mencionados deben ser atendidos de manera constante y oportuna, el relleno sanitario “Doña Juana” ha mostrado una mejoría significativa en los últimos 5 años en cuanto al control de vectores, olores, paisajismo, responsabilidad social y mejoramiento en general. Sin embargo, quedan innumerables frentes problemáticos que requieren de alternativas perentorias con soluciones reales.

Figura 6.10: Panorámica de algunas zonas estabilizadas en el relleno sanitario durante la administración del CGR Doña Juana.



Fuente: UAESP, 2012B: (35).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Inicialmente, se identifican dos comportamientos sociales que agravan la situación de los RS en el mundo: el crecimiento demográfico y los hábitos consumistas de los individuos. En general, el planeta se debate en una paradoja que profundiza la brecha entre el bienestar social y la sostenibilidad del medio ambiente. Al respecto, se debe precisar que Asia del Sur se proyecta como la región con mayor incremento en la producción per cápita de RS y aumento poblacional; por tal razón, tendrá una tasa de incremento de 2,95 en su volumen de RS al 2025; la siguen Asia Oriental (2,52), Medio Oriente y África del Norte (2,12), África (2,1), Latinoamérica (1,66), Europa y Asia Central (1,39) y los Países de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD)⁶ (1,1). De lo anterior, se infiere una agudización de la problemática debido al sostenimiento en la producción de RS por parte de las regiones con mayor aporte per cápita y, especialmente, por el incremento de RS en aquellas que tenían una producción medida pero una densa demografía.

Para el caso de Colombia, se observa que los hábitos consumistas han penetrado los distintos estratos socioeconómicos de manera generalizada. A nivel nacional, se registra un incremento de 13,97% en la producción total de RS durante los últimos 10 años (período 2003 al 2013); de acuerdo a la información más reciente, se calcula un aumento de aproximadamente 52% en la producción nacional de residuos peligrosos (período 2010 al 2012). En los aspectos positivos, se debe señalar el 75% de cobertura para la disposición final de RS en rellenos sanitarios; sin embargo, se puntualiza sobre la escasa construcción de plantas integrales que obedece apenas al 5% de los sistemas utilizados.

⁶ Sigla en Inglés.

En este sentido, la realidad capitalina es acorde con la variación que se ha dado en otras ciudades que comparten sus condiciones socioeconómicas; sin embargo, el porcentaje en el aumento de la producción total está por encima del promedio nacional para los últimos 10 años (19,64%). Por otra parte, se debe mencionar que al buscar información sobre las variables composicionales del manejo integral de los RS en Bogotá aparecieron dificultades de distinto orden: falta de estudios técnicos imparciales, inexistencia de datos actualizados en algunos ámbitos, inoperancia de las entidades distritales como generadoras de información, desarticulación en la red distrital de secretarías, carencia de reportes por parte de empresas públicas y privadas vinculadas al manejo de RS. Así entonces, se evidenció la falta de una transversalidad administrativa que pudiera dinamizar y optimizar los procesos puntuales que adelantan los distintos actores involucrados en el tema de RS de la ciudad; esta particularidad negativa, supone una primera falencia en la búsqueda de un trabajo sistémico y eficaz.

En cuanto al programa *Basura Cero*, se concluye que a pesar de todas las dificultades logísticas y desaciertos metodológicos que ha mostrado durante su implementación, debe entenderse como una política pública distrital de imperiosa aplicación y sus objetivos son factibles, indispensables y acertados. Al momento de terminar esta investigación, los únicos logros del programa tienen que ver con el reconocimiento y vinculación de la población recicladora al proceso; sin embargo, no se ha instaurado la obligatoriedad de separación en la fuente para los productores (habitantes), ni se realiza una recolección selectiva del material residual y, mucho menos, existe evidencia de aplicación de técnicas de aprovechamiento energético o recuperación de RS.

Por otra parte, se considera que el programa promueve, además de sus ambiciones ambientales, una serie de paradigmas de civilidad junto a un cúmulo de alternativas económicas que propenden por la equidad social y la armonía entre los ciudadanos. Sin embargo, un cambio tan esencial en la comunidad capitalina conlleva a una ruptura inicial que se manifiesta mediante posiciones políticas encontradas y una confusión social que sólo podrá superarse con los primeros logros tangibles del proyecto. Se insiste en que el programa *Basura Cero* no está funcionando correctamente en Bogotá; no obstante lo anterior, se ratifica la necesidad de seguir desplegando de manera paulatina todos sus componentes y estrategias.

En relación al Relleno Sanitario “Doña Juana”, se encontró un fatal distanciamiento con las estrategias del programa *Basura Cero*. Aunque el relleno sanitario es propiedad del distrito, la UAESP, como encargada de su funcionamiento, dejó entrever discrepancias con el nuevo sistema propuesto al cambiar de orientaciones procedimentales bajo los disímiles enfoques administrativos de sus directores; como evidencia de lo anterior, se pueden observar los múltiples cambios que se han generado en los directivos de la unidad en un muy corto período y que fueron comentados en el aparte 6.2 del presente estudio. En lo referente al funcionamiento de este componente, se puede decir que el relleno sanitario ha mejorado ostensiblemente sus técnicas de operación y cambiado, en cierto grado, la percepción negativa que la comunidad tenía sobre el mismo; no obstante, siguen existiendo deficiencias alarmantes, como el tema de los lixiviados, que deberán ser mitigadas para alcanzar la sostenibilidad ambiental y económica del proceso.

En cuanto a su vida útil, se encontró información que estima una capacidad del relleno que iría hasta el año 2022 (capacidad Fase II) y que, eventualmente, se podría extender hasta el año 2042 si se implementa estrategias como el programa *Basura Cero*.

Por otra parte, es importante recomendar el fortalecimiento de la transversalidad e interinstitucionalidad en la red de empresas, entidades y profesionales involucrados en la formulación, implementación y seguimiento al programa distrital de manejo integral de RS. En este contexto, se considera conveniente la inclusión real de la Planta Biogás “Doña Juana” al programa *Basura Cero* como un actor de primer orden para la consecución de estándares de alta calidad.

De otro lado, se hace indispensable la actualización de los datos emanados sobre RS de cada una de las dependencias del distrito adscritas al programa de manejo integral de RS. Asimismo, se recomienda la continua veeduría en los temas relacionados con la inclusión de la población recicladora de la ciudad, funcionamiento de las ORA, gestión de las bodegas de reciclaje y verificación de las rutas de recolección del programa *Basura Cero*.

De igual manera, se convoca especialmente a una investigación nueva sobre el manejo de los lixiviados en el Relleno Sanitario “Doña Juana” para conocer su impacto negativo sobre el recurso hídrico y el suelo del sector; asimismo, sería conveniente abordar las circunstancias que rodean la subutilización de la Planta de Biogás “Doña Juana”, inoperancia de la reconversión energética y un estudio de factibilidad para la comercialización de energía limpia en Bogotá.

Finalmente, se hace un llamado a la administración distrital para que modifique sus estrategias de socialización y promoción del programa *Basura Cero*. Adicionalmente, se insta a la concreción de objetivos mediante la formulación de fases claras y concisas que puedan ir desplegando, paso a paso, todas las actividades requeridas para que el nuevo esquema pueda mantenerse como una política pública. Sobre lo anterior, cabe puntualizar en la necesidad de aterrizar los alcances que puedan darse en cada una de las fases propuestas; debido a desatinos en la proyección de la ejecución de *Basura Cero*, se comenzó a fomentar una opinión desfavorable sobre el nuevo programa por parte de la comunidad. Sin lugar a dudas, las metas planteadas por el programa *Basura Cero* son muy ambiciosas y presentan innumerables obstáculos para su consecución; no obstante, las grandes acciones requieren de esfuerzos impensables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA. (2013). *Proyecto de estudio del Plan Maestro para el manejo integral de residuos sólidos en Bogotá D.C.* Bogotá: UAESP. Recuperado el 18 de julio del 2014, de

http://www.uesp.gov.co/uaesp_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFORME2.pdf

Alcaldía de Santiago de Cali. (2004). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. PGIRS 2004 -2019.* Santiago de Cali: Alcaldía Mayor. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

<http://www.cali.gov.co/publico2/documentos/varios/pgris.pdf>

Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia - APC. (2012).

Estrategia nacional de cooperación internacional 2012 – 2014. Bogotá: APC. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de

http://www.apccolombia.gov.co/recursos_user/ENCI-2012-2014/ENCI-2012-2014.pdf

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2006). *Decreto 312. Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital.* Bogotá: Alcaldía Mayor. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21059>

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2012A). El nuevo modelo de aseo para Bogotá.

Recicla, reducir, reutilizar. *Periódico Humanidad, edición especial*, (14). Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

<http://issuu.com/humanidad/docs/humanidad-ed14-web/1?e=4658283/3252659>

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2012B). Los tres grandes propósitos de Bogotá humana. *Periódico Humanidad*, (4). Bogotá: Periódico Humanidad.

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2012C). *Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá D.C. 2012-2016. Bogotá humana.* Bogotá: Alcaldía Mayor. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Home/Noticias/OtrosDocumentosArchivos/PlandeDesarrollo/PLAN-DESARROLLO2012-2016.pdf>

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2013). *Decreto 113 del 2013. Por medio del cual se complementa el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital.* Bogotá: Alcaldía Mayor. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=52363>

- Aluna Consultores Limitada. (2011). *Estudio Nacional de reciclaje y recicladores*. Bogotá: Aluna Consultores Limitada. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de http://www.cempre.org.co/documentos/servicios/6575-Estudio%20Nacional%20de%20Reciclaje_Resumen%20Ejecutivo.pdf
- Ardila, L. (2013). *Los argumentos del fallo contra Petro*. Bogotá: La Silla Vacía. Recuperado el 21 de abril del 2015, de <http://lasillavacia.com/historia/las-verdades-del-fallo-contrapetro-46330>
- Arévalo, S. (2010). *Panel tratamiento de desechos. Caso Bogotá*. Bogotá: UAESP. Recuperado el 18 de julio del 2014, de http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/presentation_Serrano.pdf
- Arriero, L. (2008). *Diagnóstico del componente forestal en el relleno sanitario Doña Juana*. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda. Recuperado el 5 de enero del 2014, de <http://www.usergioarboleda.edu.co/investigacion-medioambiente/diagnostico-del-componente-forestal-en-el-relleno-sanitario-dona-juana.pdf>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – ACODAL. (2011). *Aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en complejos residenciales y turísticos*. Cali: ACODAL. Recuperado el 5 de enero del 2014, de http://ingenieria.uao.edu.co/gral/presentaciones_gral/sala_aprovechamiento/aprovechamiento_residuos_organicos_biodegradables.pdf
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. (2013). *Certificación No. 3995 del 29 de abril 2013*. Bogotá: ANLA. Recuperado el 5 de enero del 2015, de http://www.anla.gov.co/documentos/8765_cer_3995_290413.PDF
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID y Organización Panamericana de la Salud - OPS. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe*. Washington: BID. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=823485>
- Bello, B., Bravo, C., Charczuk, M y Sobrino, L. (2012). *Más educación, menos contaminación*. Lomas de Zamora: Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Recuperado el 9 de abril del 2015, de <http://www.economicas.unlz.edu.ar/pas/Proyecto-Maseducacionmenoscontaminacion.pdf>

Bernache, G. (2006). *Cuando la basura nos alcance: el impacto de la degradación ambiental*. México D.F: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=bL3Pn7PcFxoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Botta, H., Berdier, C. y Deleuil, J.M. (2002). *Enjeux de la propreté urbaine*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes. Recuperado el 5 de enero del 2014, de <http://books.google.fr/books?id=ydeifCoNGYEC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>

Calle, C. (2009). *Gestión ambiental en residuos sólidos CONTEGRAL S.A.* Manizales: Corporación Universitaria Lasallista. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/306/1/GESTI%C3%93N%20AMBIENTAL%20EN%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS%20CONTEGRAL%20S.A.pdf>

Campos, I. (2003). *Sanearamiento Ambiental*. San José de Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. Recuperado el 5 de enero del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=lsgrGBGIGeMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juana – CGR Doña Juana. (s.f). *Relleno sanitario Doña Juana*. Bogotá: CGR Doña Juana. Recuperado el 5 de enero del 2014, en <http://rellenodedj.blogspot.com/2012/10/relleno-sanitario-dona-juana.html>

Cetre, M. (2011). Bogotá en los años 50: el abc de sus indicadores. *Revista Republicana*, (10), 169-176. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://revista.urepublicana.edu.co/wp-content/uploads/2012/07/Bogota-en-los-a%C3%B1os-50-El-ABC-de-sus-indicadores.pdf>

Contreras, C. (2006). *Manejo integral de aspectos ambientales – Residuos Sólidos*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 5 de enero del 2014, de http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/IER/documentos/OTROS/Pres_Residuos_Cami%C3%B1oC.pdf

Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena - CORMAGDALENA. (s.f.). *Convenio Fundases: curso guardaorillas*. Barrancabermeja: CORMAGDALENA. Recuperado el 2 de febrero del 2014, de http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/Proyectos/ConveniosconOtrasEntidades/CONVENIO_FUNDASES/Curso%20Guardaorillas/ABONOS%20ORGANICOS.pdf

Corredor, M. (2010). *El sector reciclaje en Bogotá y su región: oportunidades para los negocios inclusivos*. Bogotá: Fundes. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de http://www.mapeo-rse.info/sites/default/files/El_sector_reciclaje_en_Bogota_y.pdf

Defensoría del Pueblo de Colombia. (s.f). *Informe defensorial No. 38. Disposición final de residuos sólidos en Bogotá*. Bogotá: Defensoría del pueblo. Recuperado el 17 de agosto del 2014, de <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.defensoria.gov.co%2Fattachment%2F129%2FDisposici%25C3%25B3n%2520final%2520de%2520residuos%2520s%25C3%25B3lidos%2520en%2520Bogot%25C3%25A1..pdf&ei=PWKSVLKuKYagNvfkgYAB&usg=AFQjCNFOccFFew9a2f9CDOXsvDcZZFN5Hw&bvm=bv.82001339,d.cWc&cad=rja>

Defensoría del Pueblo de Colombia. (2010). *Resolución defensorial No. 61. Situación actual del aprovechamiento de los residuos sólidos y la disposición final en el relleno sanitario Doña Juana en la ciudad de Bogotá D.C*. Bogotá: Defensoría del Pueblo. Recuperado el 17 de agosto del 2014, de https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.defensoria.gov.co%2Fattachment%2F170%2Fdefensorial61.pdf&ei=oAGSVK3FB6fGsQT7mYCQAw&usg=AFQjCNEAgofRZGYwfsGXXOEG0lkFZZ2g&sig2=JJPDeAfunS-NZQLonv_KSg&bvm=bv.82001339,d.cWc&cad=rja

Del Val, A. (1996). *Tratamiento de los residuos sólidos urbanos*. Madrid: Universidad Politécnica. Recuperado el 5 de enero del 2014, de <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/viewFile/1033/1052>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2011). *Estimaciones de población 1985-2005 y Proyecciones de población 2005-2020. Total departamental por área*. Bogotá: DANE. Recuperado el 29 de noviembre del 2014, de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>

Dobb, M. (2005). *Estudios sobre el desarrollo del capitalismo*. México D.F: Siglo XXI Editores. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=NeQew2BQafAC&printsec=frontcover&dq=Estudios+sobre+el+desarrollo+del+capitalismo&hl=es&sa=X&ei=CUSuUY6gN4zO9gTFkoD4BA&ved=0CC8Q6AEwAA#v=onepage&q=Estudios%20sobre%20el%20desarrollo%20del%20capitalismo&f=false>

El Espectador. (2012). *Bogotá tendrá un nuevo relleno sanitario antes de finalizar el año*. Bogotá: Periódico El Espectador. Recuperado el 18 de julio del 2014, de <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/bogota-tendra-un-nuevo-relleno-sanitario-antes-de-final-articulo-384703>

El Espectador. (2013A). *No hay dónde enterrar tanta basura*. Bogotá: Periódico El Espectador. Recuperado el 18 de julio del 2014, de <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/no-hay-donde-enterrar-tanta-basura-articulo-431769>

El Espectador. (2013B). *El relleno sanitario Doña Juana tiene que desaparecer*. Bogotá: Periódico El Espectador. Recuperado el 18 de julio del 2014, de <http://www.elespectador.com/impreso/bogota/articulo-319699-el-relleno-sanitario-dona-juana-tiene-desaparecer>

El Espectador. (2014). *Inclusión de recicladores, estancada*. Bogotá: Periódico El Espectador. Recuperado el 9 de abril del 2015, de <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/inclusion-de-recicladores-estancada-articulo-527550>

El País. (2013). *El caos sanitario en Bogotá que le pasó factura a Gustavo Petro*. Cali: Periódico El País. Recuperado el 21 de abril del 2015, de <http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/noticias/caos-sanitario-bogota-le-paso-factura-gustavo-petro>

El Tiempo. (2012). *Bogotá solo tiene un año más para disponer basuras en Doña Juana*. Bogotá: Periódico El Tiempo. Recuperado el 18 de julio del 2014, de http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12210141.html

El Tiempo. (2014). *Modelo de aseo de Bogotá está lejos de implementarse: Procuraduría*. Bogotá: Periódico El Tiempo. Recuperado el 23 de abril del 2015, de <http://www.eltiempo.com/bogota/modelo-de-aseo-de-gustavo-petro-/14379637>

Escamirosa, L., Del Carpio, C., Castañeda, G. y Quintal, C. (2001). *Manejo de los residuos sólidos domiciliarios. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. México D.F: Plaza y Valdés. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=fePw0GgZt6gC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Fernández, A y Sánchez, M. (2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. La Habana: Onudi. Recuperado el 5 de enero del 2014, de http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Guia_para_la_gestion_integral_de_los_residuos_solidos_urbanos.pdf

Ferrer, L. y Pinzón, A. (2009). *Acercamiento a las afectaciones socioeconómicas en la comunidad del barrio Mochuelo de la localidad de Ciudad Bolívar frente al impacto ambiental del relleno sanitario Doña Juana*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Recuperado el 18 de julio del 2014, de http://repository.uniminuto.edu:8080/jspui/bitstream/10656/820/1/TTS_FerrerTengonoLiliana_2009.pdf

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid - FENERCOM. (2010). *Guía de valorización energética de residuos*. Madrid: FENERCOM. Recuperado el 20 de abril del 2014, de [http://213.229.136.11/bases/ainia_probiogas.nsf/0/219E1AAA27E4025AC125782C0065A478/\\$FILE/Guia-de-valorizacion-energetica-de-residuos-fenercom-2010.pdf](http://213.229.136.11/bases/ainia_probiogas.nsf/0/219E1AAA27E4025AC125782C0065A478/$FILE/Guia-de-valorizacion-energetica-de-residuos-fenercom-2010.pdf)

Gas Natural Fenosa. (s.f). *Contribución al desarrollo. Mecanismo de Desarrollo Limpio: Biogás Doña Juana*. Madrid: Gas Natural Fenosa. Recuperado el 18 de julio del 2014, de <http://portal.gasnatural.com/servlet/ContentServer%3Fgnpage%3D1-10-1%26centralassetname%3D1-10-BloqueHTML-9721>

Global Alliance for Incinerator Alternatives – GAIA. (s.f). *Basura Cero una solución integral*. Buenos Aires: GAIA. Recuperado el 9 de abril del 2015, de http://www.basuracero.org/sitio/admin/archivos/basura_cero-solucionintegral.pdf

Glynn, H y Gary, H. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México D.F: Pearson Educación. Recuperado el 2 de febrero del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=ToQmAKnPzIC&printsec=frontcover&dq=ingenieria+ambiental&hl=es&sa=X&ei=RN2rUYaYD6H84APL9YHoCw&sqi=2&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=ingenieria%20ambiental&f=false>

Gómez, L. (2012). *Esta es la nueva cara del relleno Doña Juana*. Bogotá: Periódico El Tiempo. Recuperado el 20 de abril del 2014, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-8850424>

Greenpeace. (2004). *Plan de Basura Cero para Buenos Aire*. Buenos Aires: Greenpeace.
Recuperado el 9 de abril del 2015, de <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/8/plan-de-basura-cero-para-bueno.pdf>

Hoorweg, D. y Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste. A Global Review of Solid Waste Management*. Washington: World Bank. Recuperado el 2 de febrero del 2014, de http://www.prepare-net.com/sites/default/files/what_a_waste2012_final.pdf

Iglesias, F. (2011). *La modernidad global. Una revolución copernicana en los asuntos humanos*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de [http://books.google.com.co/books?id=1hxSYN_Hp4C&printsec=frontcover&dq=Modernidad+global,+La+\(Ebook\)&hl=es&sa=X&ei=akWuUdD5KoHo8gTkroCoBA&ved=0CCwQ6AEwAA](http://books.google.com.co/books?id=1hxSYN_Hp4C&printsec=frontcover&dq=Modernidad+global,+La+(Ebook)&hl=es&sa=X&ei=akWuUdD5KoHo8gTkroCoBA&ved=0CCwQ6AEwAA)

Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC. (2009). *Norma Técnica Colombiana NTC 24. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente*. Bogotá: ICONTEC. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://www.estra.com/eco/pdf/norma.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM. (2013). *Informe nacional. Generación y manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia 2012*. Bogotá: IDEAM. Recuperado el 29 de noviembre del 2014, de <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=690>

Instituto Nacional de Salud - INS. (2010). *Manual de gestión integral de residuos*. Bogotá: INS. Recuperado el 20 de abril del 2014, de <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Red-Nacional-Laboratorios/Documentos%20de%20inters%20SRNL/PGIRH%20INS.pdf>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía - IDAE. (2007). *Biomasa: gasificación*. Madrid: IDAE. Recuperado el 20 de abril del 2014, de http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10737_Biomasa_gasificacion_07_d2adcf3b.pdf

Instituto Tecnológico de Costa Rica - TEC. (2012). *Gestión y diseño en tratamiento de residuos sólidos. Tipos de rellenos sanitarios*. San José: TEC. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/file/3507855/Tema_III_y_IV_RS.pdf

Iza, A. y Aguilar, G. (2009). *Derecho ambiental en Centroamérica*. Tomo II. Gland: UICN. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=hKUFYZRjrk0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Jaramillo, G. y Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Medellín: Universidad de Antioquia. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Medellín: Universidad de Antioquia. Recuperado el 20 de abril del 2014, de <http://bvs.per.paho.org/bvsars/e/fulltext/rellenos/rellenos.pdf>

Jiménez, B. (2001). *La contaminación ambiental en México: causa, efectos y tecnología apropiada*. México D.F: Limusa. Recuperado el 2 de febrero del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=8MVxlyJGokIC&pg=PA3&dq=La+contaminaci%C3%B3n+ambiental+en+M%C3%A9xico:+causa,+efectos+y+tecnolog%C3%ADa+apropiada&hl=es&sa=X&ei=zturUbCOOZPS9gSAz4BA&ved=0CC8Q6AEwAA>

Logreira, N; Molinares, N; Sisa, A y Manga, J. (2008). *Aprovechamiento de residuos sólidos domiciliarios*. Barranquilla: Universidad del Norte. Recuperado el 20 de abril del 2014, de <http://www.redisa.uji.es/artSim2008/gestion/A18.pdf>

Londoño, B. y Gómez, D. (2010). *Diez años de investigación jurídica y sociojurídica en Colombia: balances desde la red sociojurídica*. Bogotá: Universidad de la Sabana. Recuperado el 20 de abril del 2014, de http://www.redsociojuridica.org/red_sociojuridica_2010_tomo2.pdf

López, J. Pereira, J. y Rodríguez, R. (1980). *Eliminación de los residuos sólidos urbanos*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A. Recuperado el 2 de febrero del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=IUpeSu-Y8WcC&printsec=frontcover&dq=Eliminaci%C3%B3n+de+los+residuos+s%C3%B3lidos+urbanos&hl=es&sa=X&ei=DtyrUZe4JIX08ASCi4HICA&ved=0CCwQ6AEwAA>

Makyu, J. (1998). *Doña Juana un desastre de basuras*. Bogotá: UMNG. Recuperado el 20 de abril del 2014, de <http://www.umng.edu.co/documents/63968/74800/6n1art12.pdf>

Medina, M. (1997). *Manejo de desechos sólidos y desarrollo sustentable*. México D.F: El Progreso S.A. Recuperado el 2 de febrero del 2014, de <http://www.camaramedellin.com.co/cendocvirtual/documents/R54-6MANEJODEDESECHOSSOLIDOS.PDF>

Medina, J.A. y Jiménez, I. (2001). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales*. México D.F: Ine. Recuperado el 5 de enero del 2014, de http://books.google.com.co/books?id=ef_uBveOB5IC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false

Méndez, F., Gómez, O., Girón, S., Mateus, J., Mosquera, J., Filigrana, P., Gómez, R., Ocampo, C y Guloso, L. (2006). *Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia*. Bogotá: Universidad del Valle. Recuperado el 20 de abril del 2014, de <http://www.hospitalvistahermosa.gov.co/web/node/sites/default/files/uploads/evaluacionImpactoRSDJ.pdf>

Menéndez, F., Fernández, F., Llaneza, F., Vázquez, I., Rodríguez, J. y Espeso, M (2008). *Formación superior en prevención de riesgos laborales*. Valladolid: Editorial Lex nova. Recuperado el 20 de abril del 2014, de <http://books.google.com.co/books?id=3DyL5cwBLEEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2005). *Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos*. Bogotá: MAVDT. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/politica-amb.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MINVIVIENDA. (2014). *Presentación Decreto 2981 de 2013*. Bogotá: MINVIVIENDA. Recuperado el 6 de agosto del 2014, de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Presentaci%C3%B3n%20del%20Decreto%202981%20de%202013.pdf>

Observatorio Ambiental de Bogotá. (2015). *Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana – DRRSDJ*. Bogotá: Alcaldía Mayor. Recuperado el 15 de enero del 2015, de <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=37#>

Otero, A. (2001). *Medio ambiente y educación. Capacitación en educación ambiental para docentes*. México D.F: Ediciones novedades educativas de México. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

<http://books.google.com.co/books?id=m8i2vWqIWvwC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Penagos, J.F. (2008). *Energía y ambiente*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Univirtual. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/arauca/87061/docs_curso/C3_L3.htm

Pérez, L. (2007). *Los derechos de la sustentabilidad: desarrollo, consumo y ambiente*. Buenos Aires: Colihue. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de

http://books.google.com.co/books?id=jk77LWgX6doC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos. (2011). *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*. Lima: Ministerio del Ambiente. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4d80c923d9079_Guia_de_relleno_sanitario_manual.pdf

Revista Cambio. (2007). Problema de los desechos en Bogotá podría generar una emergencia sanitaria. *Revista cambio*. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de

http://www.cambio.com.co/medioambiente/827/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_CAMBIO-5151967.html

Rodríguez, J.J. (2009). *Historia y desarrollo del conflicto ambiental relleno sanitario de Doña Juana*. Bogotá: Concejo de Bogotá. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de

<http://es.scribd.com/doc/112110924/Historia-Del-Relleno-Sanitario-Final#scribd>

Rollandí, R. (2012). *Problemática de la gestión de residuos sólidos en las megaciudades*. Buenos Aires: IC Latinoamérica. Recuperado el 2 de febrero del 2014, de

http://www.ic-latinoamerica.com/descargas/pdf/articulos_interes/2012-04_problematika_de_la_gestion.pdf

SCS Engineers. (2007). *Informe de evaluación Relleno Sanitario Doña Juana Bogotá, Colombia*. Virginia: SCS Engineers. Recuperado el 2 de febrero del 2014, en

<http://www.globalmethane.org/Data/DonaJuanaSpanish.pdf>

Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Envigado. (2011). *Guía para el adecuado manejo de residuos sólidos y peligrosos*. Envigado: Alcaldía Municipal. Recuperado el 21 de abril del 2014, de http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf

Secretaría Distrital de Ambiente. (2015). *Convocatoria pública número SDA-002-2015*. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente. Recuperado el 9 de abril del 2015, de http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=5a33976d-8d7a-4a0a-ab4e-71461ef5b786&groupId=586236

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SUPERSERVICIOS. (2006). *Situación de la disposición final antes y después de la resolución MAVDT 1390 de octubre de 2005*. Bogotá: SUPERSERVICIOS. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de [http://www.superservicios.gov.co/content/download/893/13717/version/1/file/\(2006\)+ESTUDIO+SECTORIAL+ASEO+2002+%E2%80%93+2005.pdf](http://www.superservicios.gov.co/content/download/893/13717/version/1/file/(2006)+ESTUDIO+SECTORIAL+ASEO+2002+%E2%80%93+2005.pdf)

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SUPERSERVICIOS. (2010). *Situación de la disposición final de residuos sólidos – Diagnóstico 2009*. Bogotá: SUPERSERVICIOS. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de [http://www.superservicios.gov.co/content/download/1259/16220/version/1/file/\(2009\)+SITUACION+DE+LA+DISPOSICION+FINAL+DE+RESIDUOS+SOLIDOS+EN+COLOMBIA+-+DIAGNOSTICO+2009.pdf](http://www.superservicios.gov.co/content/download/1259/16220/version/1/file/(2009)+SITUACION+DE+LA+DISPOSICION+FINAL+DE+RESIDUOS+SOLIDOS+EN+COLOMBIA+-+DIAGNOSTICO+2009.pdf)

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SUPERSERVICIOS. (2011A). *Situación de la disposición final de residuos sólidos – Diagnóstico 2010*. Bogotá: SUPERSERVICIOS. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de [http://www.superservicios.gov.co/content/download/898/13747/version/1/file/\(2010\)+SITUACION+DE+LA+DISPOSICION+FINAL+DE+RESIDUOS+SOLIDOS+EN+COLOMBIA+-+DIAGNOSTICO+2010.pdf](http://www.superservicios.gov.co/content/download/898/13747/version/1/file/(2010)+SITUACION+DE+LA+DISPOSICION+FINAL+DE+RESIDUOS+SOLIDOS+EN+COLOMBIA+-+DIAGNOSTICO+2010.pdf)

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SUPERSERVICIOS. (2011B). *Situación de la disposición final de residuos sólidos – Diagnóstico 2011*. Bogotá: SUPERSERVICIOS. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de [http://www.superservicios.gov.co/content/download/901/13765/version/1/file/\(2011\)+SITUACION+DE+LA+DISPOSICION+FINAL+DE+RESIDUOS+SOLIDOS+EN+COLOMBIA+-+DIAGNOSTICO+2011.pdf](http://www.superservicios.gov.co/content/download/901/13765/version/1/file/(2011)+SITUACION+DE+LA+DISPOSICION+FINAL+DE+RESIDUOS+SOLIDOS+EN+COLOMBIA+-+DIAGNOSTICO+2011.pdf)

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SUPERSERVICIOS. (2013).

Disposición final de residuos sólidos en Colombia 2013. Bogotá: SUPERSERVICIOS. Recuperado el 29 de noviembre del 2014, de

[http://www.superservicios.gov.co/content/download/3768/39428/version/1/file/INFORME+D+E+DISPOCI%C3%93N+FINAL+2013+\(28.04.14\).pdf](http://www.superservicios.gov.co/content/download/3768/39428/version/1/file/INFORME+D+E+DISPOCI%C3%93N+FINAL+2013+(28.04.14).pdf)

Tchobanoglous, G. y Kreith, F. (2002). *Handbook of solid waste management*. Nueva York: McGraw-Hill. Recuperado el 21 de abril del 2014, de

http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=handbook%20of%20solid%20waste%20management&source=web&cd=1&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fnebm.ist.utl.pt%2Frepository%2Fdownload%2F2429&ei=PHHTUcb6Lev_4AP75YC4Cw&usq=AFQjCNFM_WhPJaviPwpDtmkZeSdUruujxQ&bvm=bv.48705608,d.dmg&cad=rja

Tulcán, S y Chacón, H. (2012). *Caracterización y cuantificación de residuos en el zoológico de Cali y generación de procesos de cambio en torno al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS*. Santiago de Cali: Icesi. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68070/6/caracterizacion_cuantificacion_residuos.pdf.txt

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP. (2012A). *Esquema de metas a cumplir para la inclusión de la población recicladora en la gestión pública de los residuos sólidos en la ciudad de Bogotá D.C.* Bogotá: UAESP. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/PLAN_DE_%20INCLUSION.pdf

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP. (2012B). *Modernización de rellenos sanitarios: Doña Juana un ejemplo de relleno sanitario sostenible*. Bogotá: UAESP. Recuperado el 18 de julio del 2014, de http://ingenieria.uao.edu.co/gral/presentaciones_gral/sala_disposicion_final/modernizacion_rellenos_sanitarios.pdf

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP. (2014). *Informe de gestión 2014*. Bogotá: UAESP. Recuperado el 7 de febrero del 2015, de http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=173

Universidad Autónoma de Entre Ríos. (s.f). *Qué es la biodigestión*. Paraná: Uader.

Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://fcyt.uader.edu.ar/web/system/files/QU%C3%89%20ES%20LA%20BIODIGESTI%C3%93N.pdf>

Vesco, L. (2006). *Residuos sólidos urbanos: su gestión integral en Argentina*. Buenos Aires: Universidad Abierta Interamericana. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC071962.pdf>

Zafra, C.A. (2009). *Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (scf)*. Bogotá: Grupo de Investigación e Ingeniería Ambiental de la Universidad Distrital - GIIAUD. Recuperado el 9 de marzo del 2014, de <http://www.redisa.uji.es/artSim2009/TratamientoYValorizacion/Metodolog%C3%ADa%20de%20dise%C3%B1o%20para%20la%20recogida%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20urbanos%20mediante%20factores%20punta%20de%20generaci%C3%B3n%20sistemas%20de%20caja%20fija.pdf>