

Análisis comparativo de los planes de gestión de residuos sólidos de Bogotá D.C y Ciudad de México¹

Andrés Rodríguez-Díaz², Claudia Díaz-Mendoza³, Jorgelina Pasqualino⁴, Andrés Bahamón-Restrepo⁵

Resumen

Introducción. Ciudad de México cuenta con aproximadamente 8'918.853 habitantes que generan en promedio 12.893 ton/día, mientras que Bogotá, con más de 7'412.516 habitantes genera un aproximado de 7.200 ton/día. **Objetivo.** Realizar un análisis comparativo entre los planes de gestión de residuos sólidos de Ciudad de México con relación a Bogotá, resaltando semejanzas, diferencias, fortalezas y debilidades. **Materiales y métodos.** El método de esta investigación está fundamentado en una revisión bibliográfica en bases de datos, y documentos correspondientes a la legislación de cada país, comparando aspectos como

población, generación de residuos, separación en la fuente, recolección, transferencia y disposición final. **Resultados.** Entre los principales aciertos encontrados en ambas ciudades se destacan la nueva implementación de planes basura cero, reciclaje, cobertura de las empresas prestadoras del servicio de aseo, todo con miras en la reducción de la cantidad de residuos depositados en los rellenos sanitarios. El aumento de la separación en el origen, a pesar de ser bajo, es un punto a favor; el transporte de residuos es regular, pero se identificó que en ambas ciudades cubre la mayor parte de la extensión territorial lo que contribuye a la reducción de focos urbanos de depósito ilegal de residuos. **Conclusiones.** Ambas ciudades

¹ Artículo original derivado del proyecto de grado: Análisis comparativo de los Planes de gestión de residuos sólidos de la ciudad de Bogotá (Colombia) y Ciudad de México (México), de la Universidad Tecnológica de Bolívar, ejecutado entre enero de 2020 y noviembre de 2020 Grupo de investigación GISHA. Financiado por la Universidad Tecnológica de Bolívar

² Ingeniero Ambiental. Universidad Tecnológica de Bolívar. Correo: andresrodriguezdiaz@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-8392-5599

³ Ingeniera Civil, Msc Gestión y Auditoria Ambiental, Candidato a Doctor en Ingeniería. Universidad Tecnológica de Bolívar, Grupo GISHA. Correo: cdiaz@utb.edu.co / ORCID: 0000-0003-3504-767X.

⁴ Ingeniera Química, PhD en Ingeniería Química. Universidad Tecnológica de Bolívar. Grupo GISHA. Correo: jpasqualino@utb.edu.co / ORCID: 0000-0002-8731-762X

⁵ Ingeniero Ambiental, Msc Gestión Ambiental. Universidad Tecnológica de Bolívar, Grupo GISHA. Correo: abahamon@utb.edu.co / ORCID: 0000-0002-2991-9235

Autor para Correspondencia: Claudia Díaz-Mendoza, correo: cdiaz@utb.edu.co
Recibido: 01/07/2021 Aceptado: 08/06/2022

*Los autores declaran que no tienen conflicto de interés

presentan puntos fuertes como el proceso de recolección y transferencia en Ciudad de México y reciclaje en Bogotá. Entre los aspectos de mejora la separación en la fuente necesita ser fomentada, el transporte de

residuos necesita ser tecnificado y renovado en Ciudad de México, e implementado de mejor manera en Bogotá.

Palabras clave: residuos sólidos, gestión de residuos, disposición final, sostenibilidad.

Comparative Analysis of The Solid Waste Management Plans of Bogotá D.C and Mexico City

Abstract

Introduction. Mexico City has approximately 8'918,853 inhabitants that generate an average of 12,893 tons / day, while Bogotá, with more than 7'412,516 inhabitants generates an approximate of 7,200 tons / day. **Objective.** Carry out a comparative analysis between the solid waste management plans of Mexico City in relation to Bogotá, highlighting similarities, differences, strengths, and weaknesses. **Materials and methods.** The method of this research is based on a bibliographic review in databases, and documents corresponding to the legislation of each country, comparing aspects such as population, waste generation, source separation, collection, transfer, and final disposal. **Results.** Among the main

successes found in both cities are the new implementation of zero waste plans, recycling, coverage of the cleaning service companies, all with a view to reducing the amount of waste deposited in sanitary landfills. The increase in the separation at the origin, despite being low, is a plus; the transport of waste is regular, but it was identified that in both cities it covers most of the territorial extension, which contributes to the reduction of urban centers of illegal waste disposal. **Conclusions.** Both cities have strong points such as the collection and transfer process in Mexico City and recycling in Bogotá. Among the aspects of improvement, separation at the source needs to be promoted, waste transportation needs to be technified and renewed in Mexico City, and better implemented in Bogotá.

Keywords: solid waste, waste management, final disposal, sustainability.

Análise Comparativa Dos Planos De Gestão de Resíduos Sólidos de Bogotá D.C E Cidade do México

Resumo

Introdução. A Cidade do México tem cerca de 8.918.853 habitantes que geram em média

12.893 toneladas / dia, enquanto Bogotá, com mais de 7'412.516 habitantes, gera cerca de 7.200 toneladas / dia. **Objetivo.** Realizar uma análise comparativa entre os planos de gestão de resíduos sólidos da Cidade do México em relação a Bogotá, destacando semelhanças, diferenças, pontos fortes e fracos. **Materiais e métodos.** O método desta pesquisa é baseado

em revisão bibliográfica em bases de dados e documentos correspondentes à legislação de cada país, comparando aspectos como população, geração de resíduos, separação na fonte, coleta, transferência e disposição final. **Resultados.** Entre os principais sucessos encontrados nas duas cidades estão a nova implantação dos planos de lixo zero, reciclagem, cobertura das empresas de serviços de limpeza, tudo com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos depositados em aterros sanitários. O aumento da separação na origem, apesar de baixo, é um diferencial; o transporte de resíduos é

regular, mas identificou-se que em ambas as cidades cobre grande parte da extensão territorial, o que contribui para a redução dos bolsões urbanos de disposição ilegal de resíduos. **Conclusões.** Ambas cidades têm pontos fortes como o processo de coleta e transferência na Cidade do México e a reciclagem em Bogotá. Entre os aspectos de melhoria, a separação na fonte precisa ser promovida, o transporte de resíduos precisa ser tecnificado e renovado na Cidade do México e melhor implementado em Bogotá.

Palavras-chave: resíduos sólidos, gestão de resíduos, disposição final, sustentabilidade.

Introducción

Uno de los grandes desafíos ambientales que se han presentado a lo largo de la historia ha sido el manejo de los residuos, producto del ciclo de producción que se tiene actualmente, lo que genera que algunos sistemas de gestión no estén acorde a los requerimientos actuales, al no contar con la maquinaria ni con la inversión para solventar una gestión eficiente y sostenible, lo que inclina a los países a optar por métodos convencionales de gestión. Después de la revolución industrial empieza un impacto global, marcando un cambio radical con respecto a la generación de residuos sólidos; por ende, se empieza a pensar en la problemática del manejo de los residuos que se generan a un ritmo muy alto como resultado de los nuevos procesos productivos, que la naturaleza no puede asimilar fácilmente. (UNED, 2016). En materia de gestión de residuos sólidos urbanos estos se definen como elementos que se desechan

en las casas, provenientes de actividades domésticas, empaques, embalajes y también residuos que vienen de otras actividades tales como establecimientos, limpieza de áreas públicas (calles, vías, parques, etc.), todo lo anterior siempre y cuando no sean residuos de otras categorías. (LGPGIR, 2003).

Actualmente la gestión y manejo de residuos sólidos ha logrado ser tema de gran importancia, hasta las últimas décadas del siglo XX era categorizado como servicio de baja prioridad, denotando a los residuos sólidos como desechos inservibles. Algunos países han empezado a entender la importancia ambiental, social, política y económica de gestionar de manera correcta los residuos, respondiendo de manera acertada a los nuevos retos que los residuos de este siglo están planteando. Ahora bien, teniendo en cuenta que se está dando un aumento y expansión de las ciudades, también se da un aumento sustancial de los residuos, lo que

requiere sistemas de gestión que se adapten fácilmente a los cambios. Estos nuevos retos plantean problemas, pero también oportunidades y maneras de aprovechar estos residuos, ya no mirándolos como desechos sin valor, si no como elementos aprovechables, visualizando la gestión de residuos sólidos urbanos desde el enfoque de economía circular (GIZ, 2017).

La gestión de residuos es un servicio público que, como cualquier otro, debe prestarse efectiva y equitativamente para garantizar el bienestar de la población (Sukholthman & Sharp, 2016). Para garantizar en un futuro la eficiencia de los sistemas de gestión en ciudades como CDMX y Bogotá se hace necesario potenciar principalmente la separación en la fuente, que no promueven eficientemente el aprovechamiento de residuos, lo cual debe hacerse planeando y monitorizando las estrategias de gestión, además, se hace necesaria la estimulación de nuevas tecnologías que le den un alivio a los rellenos Sanitarios en estas metrópolis (Rodríguez & Ibarra, 2018).

Es importante que las ciudades en general hagan un manejo adecuado de los residuos, pues estos pueden causar impactos significativos de carácter negativo en las personas, y claramente en el ambiente. Por tal motivo la agenda XXI recomendó implementar prácticas de reducción de la generación de residuos aumentando el reciclaje y reúso de desechos (Tello & Terraza, 2010). En caso de optar por la disposición final, se debe tener en cuenta todas las medidas necesarias. Todos estos esfuerzos son con el fin de contribuir al desarrollo sostenible, disminuyendo así los impactos

en la sociedad, pero también enfocándose en la reducción de los efectos del cambio climático (Tello & Terraza, 2010). Teniendo clara la importancia del manejo de los residuos sólidos entra en cuestión el término “gestión integral” que, según la LGPGIR (2003), se define como conjunto articulado e interrelacionado 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, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región. Teniendo como fundamento la definición anterior, se hace necesario hacer de la gestión un proceso articulado, organizado y con estándares de calidad que no afecten el desarrollo sostenible.

En los países en desarrollo, como Colombia y México, la información es limitada, incompleta y está dispersa, y por este motivo se hace muy difícil hacer una buena gestión de residuos, que sea eficiente en cuanto a la problemática de la gestión de residuos sólidos urbanos (Guerrero & Hogland, 2012). Ciudades referentes en países en desarrollo tales como Ciudad de México y Bogotá, estando dentro de condiciones técnicamente similares (Población, clima, ser ciudades capitales, epicentros de llegada de extranjeros, etc.), muestran un potencial para ser comparadas, y extraer aspectos positivos y negativos de sus sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos, buscando integrar los positivos como puntos que se deberían

incluir en ambos sistemas de gestión, y los negativos como los que se deberían eliminar. Ciudad de México, con aproximadamente 8.918.853 habitantes generando en promedio 12.893 ton/día (SEDEMA, 2015). Bogotá con más de 7.412.516 habitantes generando un aproximado de 7.200 ton/día (PGIRS, 2015).

Programa de Gestión Integral de Residuos de la Ciudad de México

Generalidades

Como en la mayoría de los países de Latinoamérica, en sus inicios todo el proceso de gestión se consideraba como una responsabilidad únicamente del gobierno. Posteriormente se empezó a cambiar esto en los aspectos de separación, recolección y barrido. La infraestructura y los sistemas de gestión son extremadamente precarios dada la desproporción entre la cantidad generada de residuos y la posibilidad del país de asimilarlos a este ritmo, por lo que es muy común observar la eliminación ilegal de residuos en basureros, barrancos, y en todas las matrices ambientales. Los sistemas de aseo en México constan de 6 elementos: almacenamiento en la fuente de generación, barrido manual y mecánico, recolección de residuos, transporte y transferencia, tratamiento y disposición final; teniendo los mayores problemas en cuanto a tratamiento y disposición final. Debido a esto hay pocas ciudades en el país que cuenten con sistemas totalmente adecuados (Armijo & Ojeda, 2018).

La gestión de residuos urbanos en la ciudad de México se ha ido encaminando a la minimización de residuos desde la fuente

a través de diversas estrategias, aunque fundamentalmente desde que se generan los residuos, pero sin dejar de lado otros procesos como almacenamiento, recolección, tratamiento y en el último de los casos una disposición adecuada (SEDEMA, 2019). El programa de gestión de la ciudad incluye los conceptos, metodologías y datos más sobresalientes sobre la gestión de residuos sólidos.

Dentro de los objetivos del programa de gestión de residuos de la Ciudad de México está el de establecer directrices, estrategias y acciones para la gestión integral de residuos teniendo en cuenta finalmente el cambio de enfoque hacia lo que se conoce como “Basura cero”, con fundamentos en las normativas vigentes, los principios del desarrollo sustentable, y buscando la minimización de impactos. Planes como “Basura cero” no están encaminados a eliminar residuos, sino a disminuirlos y/o reducirlos directamente desde la fuente, dándole valor nuevamente a la mayor cantidad posible de materiales por medio de la recuperación y tratamiento de residuos. Para esto la ciudad busca incorporar nuevas tecnologías de tratamiento y aprovechamiento, acompañado de estrategias que puedan hacer viable la construcción de nueva infraestructura para mantener los objetivos del plan basura cero, tales como plantas de composta, recuperación de inorgánicos, biodigestión, valorización energética y procesos de transformación (SEDEMA, 2019).

En la Ciudad de México al igual que en el resto del mundo, es inevitable el crecimiento de la población y por tanto el aumento en la generación de residuos sólidos. Esta ciudad

tiene una alta concentración de población urbana, teniendo una producción de 1,4 kg/hab/día (en promedio, debido a que puede variar en diferentes zonas), por lo que representa un desafío en todos los aspectos, incluida la gestión de sus residuos sólidos urbanos (SEDEMA, 2016).

Generación de residuos

Dentro de la gestión de la Ciudad de México se realizó una estimación de residuos teniendo en cuenta las diferentes demarcaciones territoriales de la ciudad, con la ayuda de los índices de generación en domicilios, comercios y otras fuentes (SEDEMA, 2016). Los datos producto de dicha estimación son presentados por la secretaría del medio ambiente, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Generación de residuos en la Ciudad de México

Demarcación territorial	Generación de residuos estimada (t/día)
Álvaro Obregón	650
Azcapotzalco	519
Benito Juárez	686
Coyoacán	812
Cuajimalpa de Morelos	180
Cuauhtémoc	1325
Gustavo. A Madero	1709
Iztacalco	472
Iztapalapa	2274
Central de Abasto	585
Magdalena Contreras	254
Miguel Hidalgo	806
Milpa Alta	117
Tláhuac	366

Demarcación territorial	Generación de residuos estimada (t/día)
Tlalpan	839
Venustiano Carranza	855
Xochimilco	444
Total, CDMX	12.893

Fuente: Sedema, 2016

Según estadísticas y estudios realizados por la UNAM, UAM Y EL IPN estos residuos se distribuyen según su composición en 46,95 % residuos biodegradables susceptibles de ser aprovechados, 25,89 % orgánicos con potencial de reciclaje, 26,94 % inorgánicos de aprovechamiento limitado y 0,21 % de residuos de manejo especial y voluminosos (SEDEMA, 2016).

Barrido Manual y Mecánico

La recolección de los residuos en la vía puede ser de dos formas: manual o mecánica. El barrido está distribuido para la red vial primaria, red vial secundaria y centro histórico. El de la red primaria es responsabilidad de la SOBSE (secretaría de obras y servicios) a través de la DGSU (Dirección general de servicios urbanos), realizando esto en las horas de la noche recorriendo una distancia de 214,5 km. El de la red secundaria está a cargo de las demarcaciones territoriales, de las cuales solo se tiene información de 6, y además de estar encargado del barrido se constituyen en una extensión del sistema de recolección. Finalmente, el barrido en el centro histórico a cargo de la DGSU, incluye barrido manual, mecánico, lavado de mobiliario, recolección de residuos, entre otras actividades (SEDEMA, 2016).

Separación en el origen

Este proceso inicia como tal en el 2004, cuando desde generación en la fuente (hogares) se empezaron a separar residuos orgánicos de los inorgánicos, determinando unos días en específico para la recolección de cada uno de estos, lo cual luego se instauró en un convenio para el pago por cada tonelada de residuos separados e ingresados en las estaciones de transferencia, entre la SOBSE y los trabajadores de esta misma. En sus inicios la respuesta de la población fue bastante satisfactoria llegando a recibir hasta más de 2.200 toneladas de residuos inorgánicos por día, pero esto fue decreciendo notoriamente desde el año 2013 que se empezaron a recibir poco más de 1.700 toneladas diarias, y luego, en el 2014 no más de 1.500 toneladas (SEDEMA, 2016).

Recolección de residuos

De este aspecto se encarga en específico cada alcaldía, con responsabilidades sobre la administración pública. La recolección de residuos es el proceso mediante el cual los residuos producidos en las casas, comercios y generados en el proceso de barrido son trasladados a las estaciones de transferencia, este proceso cuenta con más de 1.770 rutas en 1.868 colonias (SEDEMA, 2016). Las quejas

dirigidas a la secretaría de medio ambiente son poco representativas con respecto al sistema de recolección, lo que nos muestra que el sistema de recolección de residuos de la Ciudad de México es relativamente eficiente en este aspecto, llegando a recolectar diariamente unas 8.681 toneladas de residuos en promedio, en las diferentes demarcaciones territoriales. Ahora bien, esta eficiencia puede variar notoriamente en las diferentes alcaldías.

Estaciones transferencia

La finalidad de las estaciones de transferencia es aumentar la eficiencia en cuanto a la recolección disminuyendo el tiempo de transporte de los camiones recolectores, teniendo una terminal cercana donde los pequeños camiones (recolectores de compartimiento, volteos, carga trasera, rectangular, tubular) puedan llegar a descargar sus residuos y recircular rápidamente (SEDEMA, 2016). Este sistema que incluye estaciones de transferencia se hace mucho más eficiente que los que utilizan pequeños camiones (lo cual es muy común en ciudades de Latinoamérica) para llegar al sitio de disposición o tratamiento de residuos. Dentro de las estaciones con las que cuenta la Ciudad de México están indicadas en la tabla 2.

Tabla 2. Estaciones de transferencia de la CDMX

Estación de transferencia	Superficie(m ²)	Capacidad(t/día)
Álvaro Obregón	11.200	1.964
Azcapotzalco	6.607	4.418
Benito Juárez	8.840	1.473

Estación de transferencia	Superficie(m ²)	Capacidad(t/día)
Central de Abasto	8.871	1.473
Coyoacán	12.187	1.473
Cuauhtémoc	6.974	2.618
Gustavo. A Madero	3.000	1.964
Iztapalapa	9.949	1.636
Miguel Hidalgo	6.400	1.473
Milpa Alta	3.700	327
Tlalpan	24.335	1.964
Venustiano Carranza	6.516	1.473
Xochimilco	8.867	1.209

Fuente: Sedema, 2016

Valorización de los residuos

Existen maneras con las cuales la ciudad puede aprovechar sus residuos y disminuir el porcentaje de estos que son enviados a rellenos sanitarios. La Ciudad de México tiene tres plantas de selección y aprovechamiento de residuos: planta de compostaje de Borde Poniente, las operadas por las demarcaciones territoriales, y además las plantas de compactación. En cuanto a las plantas de selección están: San Juan de

Aragón construida en 1985, Cerro de Santa Catarina construida en 1996, y luego en 2012 la segunda fase de la de San Juan de Aragón. Estas plantas de selección cuentan con bandas de neopreno con ciertas medidas para la selección y separación de residuos. Aunque según los datos la eficiencia no es tan alta debido a que se realiza de manera manual (SEDEMA, 2016). En la tabla 3 se muestran los residuos seleccionados en promedio.

Tabla 3. Residuos ingresados, recuperados y no aprovechados en las plantas de selección en 2014.

Plantas de selección	Residuos(t/día)		
	Ingresado	Recuperado	Aprovechado
San Juan de Aragón Patio	1.283	53	1.230
San Juan de Aragón 1 y 2	933	45	889
Planta Santa Catarina	1.353	93	1.259
Totales	3.569	191	3.378

Fuente: Sedema, 2016

Otra manera de aprovechamiento en la ciudad son las plantas de composta para el aprovechamiento de residuos orgánicos que en su mayoría se generan en la ciudad, esto empezó a intensificar después del cierre del relleno Borde Poniente (relleno sanitario de la CDMX clausurado el 19 de diciembre de 2011). También está el acondicionamiento y compactación de residuos para su posterior aprovechamiento y procesamiento, para lo cual se firmó un contrato con una empresa cementera de México, la cual recibe hasta 3.000 toneladas de residuos correctamente preparados para aprovechar su poder calorífico en sus procesos de producción (SEDEMA, 2016).

Disposición final

Los residuos que no se aprovecharon a través de otras metodologías, el gobierno se

ve en la obligación de darle una disposición final a los residuos de manera correcta para no generar impactos negativos considerables en el ambiente. Esta actividad después del cierre del relleno de Borde Poniente se ha venido realizando en el municipio de Ixtapaluca (“El milagro” en operación hasta el 2030, pero envuelto actualmente en problemas legales), Estado de México, el cual recibe hasta 6.000 toneladas diarias. También están los rellenos La Cañada (en operación hasta el 2031), Chautla (en operación hasta 2028), Cuautitlán y Tepotzotlán. En general los residuos de la ciudad en estos últimos años han sido enviados al Estado de México, que es la entidad territorial que recibe o presta sus territorios para la disposición final de los residuos de la Ciudad de México (SEDEMA, 2016). El envío de los residuos y los diferentes rellenos se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Residuos de la Ciudad de México enviados a disposición final

Relleno sanitario	Enviados de estaciones de transferencia	Enviados de plantas de selección	Enviados a disposición final
Cañada	2.202	1.017	3.219
Cuautitlán	1.021	602	1.623
Chautla	8	188	196
Milagro	1.449	1.552	3.010
Tepotzotlán	32	19	51
Totales	4.712	3.378	8.099

Fuente: Sedema, 2016

Otros aspectos

En el programa de gestión de residuos sólidos de la Ciudad de México existen diversos planes o estrategias innovadoras

para potenciar la gestión de residuos tales como: el “Reciclatón”, “Pilas usadas”, “Mercado de trueque”, “Neumáticos usados”, “Aceite vegetal usado” y “Residuos de instituciones médico-asistenciales”,

enfocándose estos en residuos de manejo especial que recolecta la SEDEMA en diversas jornadas (SEDEMA, 2015). En cuanto al manejo de residuos de manejo especial, en la Ciudad de México deben ser declarados por los generadores, dentro de este marco de referencia se ha podido cuantificar que se generan aproximadamente 1.707,5 toneladas al día de este tipo de residuos; otros casos son los residuos de construcción y excavación (considerados de manejo especial), de los cuales el último dato que se tiene es por año y son más de 12 millones metros cúbicos de residuos de construcción, más de 18 millones de metros cúbicos de material ferroso y más de 26 millones de otros residuos (SEDEMA, 2016).

Plan de Gestión Integral de Residuos de Bogotá

Generalidades

La población en Colombia en las últimas décadas ha crecido, simultáneamente los hábitos de consumo de los habitantes han ido cambiando, por esto la generación de residuos sólidos urbanos también, pasando de 0,2-0,5 kg/hab/día hasta 1,0 kg/hab/día. La propuesta actual del plan de gestión de Bogotá es reincorporar la mayor cantidad de residuos al ciclo económico, por esta razón el enfoque a los desechos ya no va encaminado al término basura, lo cual no tiene ningún valor económico, sino al término residuo sólido que se traduce en desechos aprovechables, esto en el último PGIRS, esto hablando del enfoque que se da, pero en los escritos de plan de gestión ambos términos son usados en la redacción. Hay una diferencia marcada entre los términos basura (material sin valor

alguno) con el término residuo (material del cual se puede recuperar su valor), ambos son materia que desechamos, pero según el enfoque que se le dé, se podrá hacer una gestión más sostenible de desechos (Mora, 2004). Para poder incorporar en el ciclo productivo los residuos sólidos urbanos se hace necesario implementar ciertas estrategias, empezando desde la fuente generadora hasta la responsabilidad que tiene el Estado (PGIRS, 2015).

En Bogotá desde 2014 se empezaron a implementar métodos de compostaje, generación de metano e incineración. Ahora bien, todos estos métodos han ido presentando sus desventajas a lo largo del proceso, en específico la incineración que podría generar impactos potenciales, porque, aunque ya hay manera de tratar los gases generados del proceso esto se hace muy costoso. Por esta razón siempre el sistema de disposición final en relleno sanitario ha sido el más utilizado por su bajo costo (PGIRS, 2015).

Otro intento de hacer una mejor gestión se puede evidenciar en la inclusión del plan “Basura cero” en el PGIRS, este plan en específico se viene estableciendo paulatinamente en algunas ciudades a lo largo de América latina. El plan “Basura cero” para Bogotá espera ser llevado a las empresas prestadoras del servicio de aseo y afines, además, orientar el mensaje de basura cero a la ciudadanía en general, con miras en la reducción de residuos desde la fuente (PGIRS, 2015).

En el país aún es común la quema a cielo abierto de residuos, lo cual genera emisión de diversos contaminantes. La gestión de

residuos que se hace en Colombia tiene muchos puntos débiles, empezando por el déficit institucional, ya que solo se ven pequeños intentos para buena gestión en las grandes ciudades, pero los gobiernos locales no consideran muchos aspectos en sus estrategias de planeación, lo cual se traduce en muchos problemas ambientales. Colombia busca alinear sus estrategias con las de vanguardia internacional, a pesar de esto, después de casi medio siglo los avances han sido muy lentos, la política en gestión es la ley 99 de 1993, esta norma tiene como meta eliminar la cantidad de residuos intensificando el aprovechamiento de estos, finalmente porque el manejo adecuado de residuos es una tarea de todo el país (Rodríguez S., 2011).

La gestión de residuos en Bogotá va encaminada al desarrollo principalmente de los aspectos culturales para disminuir los residuos, maximizando el aprovechamiento y disminuyendo la disposición final en el relleno sanitario. El plan de gestión de residuos de Bogotá está fundamentado con base en los lineamientos de la política para el sector de

aseo, con la idea de incorporar los materiales al ciclo de vida productivo o aprovechando su poder calorífico. En este se destaca que es necesaria la inclusión de la población para una mayor efectividad del mismo. En la actualidad la ciudad envía 6.300 toneladas por día al relleno sanitario Doña Juana, lo cual es un 87 % del total de residuos. El plan estratégico de la ciudad es fortalecer el área de gestión de residuos sólidos en el corto, mediano y largo plazo. Dicha gestión no va solo enfocada a disminuir el porcentaje de disposición final, sino que también dignifica y contribuye de manera social con la población que se dedica al reciclaje en la ciudad. En el plan de manejo se identifican las etapas de generación de residuos, manejo y separación, recolección, transporte, procesamiento y transformación, disposición final, lo cual también se puede encontrar seccionado en el POT (plan de ordenamiento territorial) de la ciudad, el cual establece que los residuos se deben considerar como un sistema que correlacione las etapas anteriores (PGIRS, 2015). En la tabla 5 se muestra un resumen de los componentes del sistema de gestión.

Tabla 5. Componentes del sistema de gestión integral de residuos

Proceso	Tipo de residuos	Equipamientos
Prevención, reciclaje y aprovechamiento	Residuos ordinarios	Bodegas especializadas, centros de acopio y centros de reciclaje.
Recolección y transporte.	Hospitalarios, peligrosos, escombros y ordinarios.	Bases de operación.
Transferencia	Ordinarios.	Estaciones de transferencia.
tratamiento	Hospitalarios, peligrosos, escombros y ordinarios.	Plantas de incineración, desactivación, estabilización fisicoquímica, compostaje, trituración.
Disposición final	Hospitalarios, peligrosos, escombros y ordinarios.	Ampliación, relleno, construcción nuevo relleno, escombreras, rellenos controlados, celda de seguridad.

Fuente: PGIRS, 2015

Generación de residuos

En cuanto a la cuantificación de residuos, se encarga el mismo sistema de aseo de la ciudad, el cual hace un conteo del total de residuos por año, el número de usuarios, la producción per cápita y la composición de los residuos (Veeduría distrital, 2018). La tabla 6 muestra la generación según la distribución por localidades.

Tabla 6. Generación de residuos sólidos por localidades en la Ciudad de Bogotá

Generación de residuos sólidos Ton/día	
Localidad	RSU
Usaquén	444,6
Chapinero	245,4
Santa Fe	122,3
San Cristóbal	256,6
Usme	199,7
Tunjuelito	128,3
Bosa	485,0
Kennedy	933,8
Fontibón	352,9
Engativá	642,6
Suba	807,7
Barrios Unidos	163,3
Teusaquillo	186,4
Los Mártires	152,6
Antonio Nariño	173,9
Puente Aranda	228,6
Candelaria	62,3
Rafael Uribe Uribe	277,3
Ciudad Bolívar	291,6
Total	6.154,9

Fuente: Veeduría distrital, 2018

Barrido, recolección y transporte de residuos

En Bogotá el servicio de barrido y aseo de vías y áreas públicas está a cargo de las entidades prestadoras del servicio de aseo, con la intención de que se realice aseo con regularidad para que las vías siempre estén limpias, esto según el artículo 52 del decreto 1713 de 2002. Esta labor se realiza en las vías con personal humano y elementos manuales, con el fin de recoger elementos como papel, hojas, arena en los andenes y otros elementos que se pueden remover manualmente. Las entidades prestadoras del servicio de aseo tienen las modalidades de recolección domiciliaria, barrido y limpieza manual, barrido mecánico, recolección de escombros, limpieza y lavado de muros, puentes, monumentos y áreas públicas, poda y corte de césped, servicios especiales (Ciudad limpia, 2018).

Las entidades prestadoras de servicio están distribuidas en la ciudad por zonas, es decir, a cada entidad se le ha concesionado un territorio de trabajo en específico. Zona 1: empresa Lime S.A ESP, Zonas 2,3 y 5: Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo EAB-ESP por la filial Aguas de Bogotá, Zona 4: Empresa Aseo Capital, Zona 6: Empresa Ciudad Limpia S.A ESP. A las entidades prestadoras de servicio se les ha concesionado finalmente el barrido, recolección y gestión para el transporte de residuos en la ciudad (PGIRS, 2015). En la ciudad de Bogotá no se cuenta con estaciones de transferencia, para la recepción de residuos provenientes de los diferentes barrios, por lo que los camiones deben llegar hasta el lugar donde se aprovechará o dispondrán los residuos.

Estaciones de transferencia

Bogotá no cuenta con sitios y/o infraestructura adecuada para ser consideradas como estaciones de transferencia, sin embargo, existen estudios con respecto a la necesidad de estaciones de transferencia, contemplados en el último PGIRS. Básicamente en la ciudad no existen estaciones, lo que implica que los camiones hagan todo el recorrido hasta el sitio de disposición final, haciendo que el proceso de gestión sea menos eficiente. En el PGIRS se habla incluso que lo que en la ciudad se conoce como bodegas de reciclaje, es lo más cercano a una estación de transferencia.

Aprovechamiento de residuos

En la ciudad el aprovechamiento es una actividad que complementa al servicio de

aseo público, el cual comprende básicamente la recolección de aprovechables los cuales son separados en la fuente por los usuarios y transportados a las estaciones de clasificación, aprovechamiento y pesaje de residuos (Veeduría distrital, 2018). Es notoria la carencia de cultura en cuanto a la separación en la fuente, aunque el gobierno ha tratado de promover este método, se necesita una mayor sensibilización para mejorar las condiciones de separación en la fuente. Aun con las deficiencias que se presentan, Bogotá es la ciudad con mayor porcentaje de reciclaje y aprovechamiento de residuos en Colombia (Superservicios, 2017). En la imagen 1 se muestran algunos datos de aprovechamiento de diversos materiales en Bogotá.

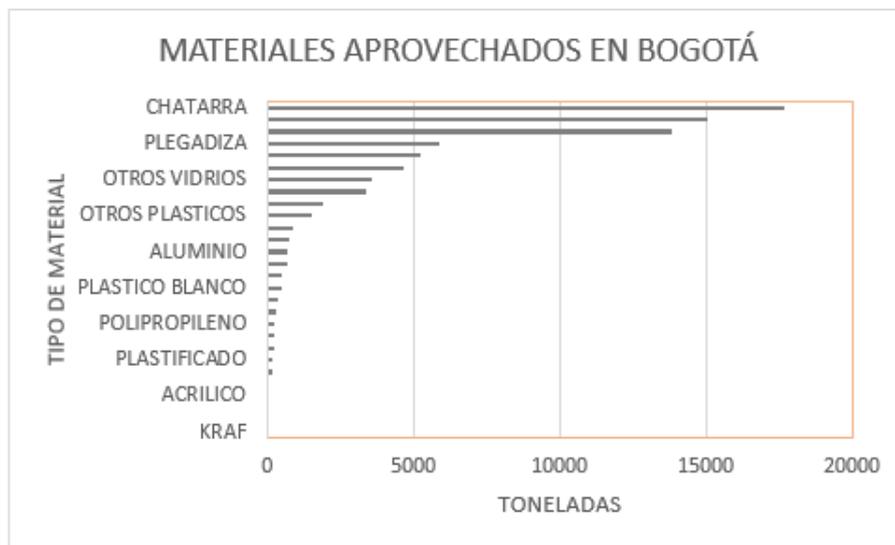


Imagen 1. Tipo de materiales aprovechados en la ciudad de Bogotá

Fuente: (Superservicios, 2017)

Población recicladora

En Bogotá el número de recicladores supera las 13.700 personas, de los cuales solo el 18% pertenecen a una organización, el resto realizan el reciclaje de manera independiente para subsistir económicamente. En promedio un reciclador obtiene 800 kg/mes de material reciclado, de las vías públicas, bodegas, establecimientos comerciales, y básicamente lo que más se recolecta es papel, con un porcentaje del 36,8%. El sistema de reciclaje no está organizado y en su mayor porcentaje es realizado de manera informal, y en muchos casos por habitantes de la calle. De esta manera se realiza la mayor parte de clasificación de residuos en la ciudad, por parte de la población recicladora. Otro aspecto importante es que años atrás se transportaban los residuos con vehículos de tracción animal, ahora esto se ha cambiado por vehículos de carga y camiones pequeños,

aunque muchos continúan su actividad con vehículos bajo tracción humana o triciclos (Veeduría distrital, 2018)

Disposición final

En este aspecto en específico se cuenta con el relleno Doña Juana (RSDJ), en el cual se realiza la disposición final a los residuos sólidos urbanos, unas 6.368 ton/día (Alcaldía de Bogotá, 2020), esto se realiza por el método de área que es de los más usados en general. Para esto se adquirió una licencia ambiental en el 2014, para una duración de 7,6 años, con un completo tratamiento de lixiviados (Veeduría distrital, 2018). Teóricamente el relleno sanitario estaría en funcionamiento hasta el 2022, con una vida útil de 7,6 años, con inicio de operaciones en el 2014. La tabla 7 muestra datos de disposición final y lixiviados en unidades de volúmenes mensuales.

Tabla 7. Disposición final (% de disposición y lixiviados)

Parámetro	DTS del decreto 548 de 2015	DTS del decreto 495 de 2016
Residuos generados en área urbana	N.R	% RS dispuestos= 85.3%
Volúmenes lixiviados vertidos	37.528,46 m3/mes	52.162,63 m3/mes
Volúmenes lixiviados tratados por tratamiento completo	32.918,40 m3/mes	54.458,57 m3/mes
Volúmenes lixiviados tratados por tratamiento SBR+ Físico Químico	4.607,06 m3/mes	

Fuente: (Superservicios, 2017)

Es importante ahora la identificación de nuevas zonas en donde hacer disposición final de residuos para Bogotá, buscando alternativas que disminuyan la presión

sobre el relleno Doña Juana, para esto se buscan estrategias de maximización del aprovechamiento de residuos y tratamiento de materia orgánica. Se ha determinado

según lo establecido en la licencia ambiental en cuanto al manejo del relleno, que hay importantes impactos desde la construcción, operación e incluso hasta la clausura del relleno. Ahora bien, el impacto más notorio está relacionado con el manejo de los lixiviados, pues estos se infiltran a los cuerpos de agua (Veeduría distrital, 2018).

Análisis Comparativo Entre los Planes de Manejo Integral de Residuos de Bogotá con la Ciudad de México

La ciudad de Bogotá (Colombia) cuenta con una población aproximada de 7.412.516 habitantes (DANE, 2018) y la Ciudad de México (México) con 8.918.853 (INEGI, 2016), teniendo en cuenta que de forma natural la población en las zonas urbanas siempre tiende a crecer, esto trae consigo también un incremento en la generación de residuos sólidos urbanos. Según datos bibliográficos que se tienen en Bogotá se generan aproximadamente 7.200 toneladas de residuos sólidos por día (PGIRS, 2015), mientras que Ciudad de México genera un total aproximado de 12.893 toneladas por día (SEDEMA, 2015). Las densidades poblacionales en estas metrópolis tienen una diferencia bastante marcada Bogotá con 24.643 hab/km² y Ciudad de México con 12.597 hab/km² (Wheeler, 2015), y con extensiones territoriales de 1636 km² (Medina, 2020) y 1495 km² (INEGI, 2016) respectivamente.

Es importante destacar que, con base a los datos de los censos más actualizados en estas dos ciudades, la diferencia de

población no está tan marcada, sin embargo, no se cuenta con datos del mismo año, por lo que la comparación no sería totalmente acertada, pero si es la más aproximada a la realidad, teniendo en cuenta que los PGIRS que son objeto de estudio, son los últimos que están vigentes en cada ciudad. En cuanto a la generación de residuos, Bogotá produce 44.16 % menos con respecto al total de residuos contabilizados en Ciudad de México; esto se debe a diferentes factores, e implicaría un modelo comparativo bastante complejo, con base a las costumbres, el clima, grado de industrialización y las restricciones en la normativa, estos y otros aspectos estimulan de manera gradual la variación en la cantidad de residuos en estas dos ciudades.

Un aspecto que permite comparar de manera directa estas dos ciudades es que son capitales de sus países, ambas concentran gran movimiento y presencia residencial, industrial, comercial, entre otros. Además, se debe considerar que no solo influye la población que habita éstas ciudades, hay que contabilizar también la población que se desplaza por diversos motivos desde localidades cercanas y/o pertenecientes a las áreas metropolitanas, o de expansión urbana de estas ciudades, aunque se dan estos movimientos de grandes masas, no se le da la completa importancia a la gestión de residuos actualmente; sabiendo que en ambos asentamientos urbanos se envía más del 80 % de los residuos a vertederos, en algunas ocasiones no se tiene en cuenta la contabilización de estos, o simplemente no se contabilizan porque no se hace la gestión de la manera correcta, estos residuos potencialmente aprovechables que se envían

a vertederos se traducen en dinero que se está perdiendo (Gutiérrez & Coria, 2019)

En la Ciudad de México la gran densidad poblacional (12.597 hab/km²) y la generación de residuos de esta población, son un reto para los organismos encargados de la gestión de estos, es necesario un cambio total de enfoque, encaminando la gestión a la disminución en la generación desde la fuente, como se ha venido implementando en muchos países del mundo, pues, aunque el hecho de que se generen residuos, es algo inevitable, la disminución de estos ayudaría a realizar un mejor manejo (Wheeler, 2015). Bogotá tiene una densidad poblacional mucho mayor (24.643 hab/km²) condensando su población en una menor área, pero manejando parámetros similares en cuanto a la demografía, geografía, clima con respecto a la Ciudad de México (Wheeler, 2015).

La composición de los residuos varía con respecto a las costumbres de cada una de las ciudades, en el caso de los residuos correspondientes a materia orgánica para Bogotá se cuantifican en promedio un 60 % del total de los residuos sólidos (PGIRS, 2015), de los cuales sólo se recuperan de un 10 % al 15 %, esto se maximiza a su vez por la falta de conocimientos en materia de residuos en la ciudad en general (Espinoza, 2011). A diferencia del anterior comportamiento, en Ciudad de México, el contenido de materia orgánica de más de 12.000 toneladas de residuos diarios está aproximadamente en un 46,95 %.

Ciudad de México tiene una alta producción de residuos sólidos, y se espera que siga creciendo en los próximos años,

además, se genera prácticamente el 20 % de los residuos de todo el país, y según algunas bibliografías ya la producción per cápita se encuentra alrededor de los 1,4 kilos de desechos por un habitante en un día (SEDEMA, 2015). El 86% de todos los residuos son gestionados correctamente, el otro 14 % es arrojado sin ninguna restricción en terrenos y otros lugares.

En Ciudad de México, aunque se viene promoviendo la separación en la fuente solo el 5 % de los habitantes separan sus residuos sólidos domiciliarios, la infraestructura es bastante precaria e ineficiente, y además la mayor parte de la maquinaria data de antes de la década del 90, por lo que hace que el sistema de gestión de la ciudad no pueda ser eficiente al 100 % (Altamirano, 2016). En Ciudad de México se cuenta con un bajo porcentaje de separación en la fuente, sistemas de barrido y recolección; cuenta con estaciones de transferencia, estaciones de separación, el relleno está gestionado de una manera relativamente buena, y al plan de residuos está planificado solo para 5 años, lo que le permite accionar de mejor manera a los cambios. Además, una clara carencia de cultura en cuanto a la separación en la fuente no permite un buen aprovechamiento de los residuos. Básicamente si se entendiera esto del reciclaje de manera correcta, Bogotá en unos años podría superar a muchas ciudades de América, pues del plástico, papel, cartón y metales que son un 43 % del total de los residuos generados, se entierran aproximadamente 300.000 dólares en residuos aprovechables diariamente (Marín, 2017).

En Bogotá debido a la baja tasa de separación en la fuente los residuos llegan sin ningún valor económico, debido a que el valor de un residuo está en la medida que este no esté combinado con otros que puedan contaminarlo para un posible reingreso en el ciclo productivo. Sin embargo, se contabilizan un gran número de toneladas de residuos recuperados, pero esto es debido a la influencia del reciclaje informal.

Es un hecho que ambas ciudades presentan deficiencias en la gestión de residuos, además, el trabajo no es solo del Estado, también los ciudadanos hacen parte de la solución, debido a que es más costoso para una ciudad hacer gestión con residuos totalmente combinados que con residuos separados desde la fuente; este hecho hace que la gestión de residuos en una ciudad sea más exitosa. Existe separación en la fuente, pero en un porcentaje bajo y no ha sido cuantificado correctamente, lo que lo hace insignificante, esto teniendo en cuenta que no es obligatorio en ninguna de estas dos ciudades. Los costos y eficiencia de los sistemas de gestión para Bogotá y Ciudad de México serían mejores claramente incluyendo la separación desde la fuente. Debido a que no se tiene esta cultura, los sistemas de gestión de residuos se tornan ineficientes, costosos y terminan en más de un 80 % en un relleno sanitario, generando consigo impactos negativos en el ambiente.

En materia de aprovechamiento del total de residuos diarios en Ciudad de México solo se aprovechan 300 ton/día que equivale a un 2,5 % del total. En Bogotá, los datos de aprovechamiento y/o como lo menciona el

PGIRS, materiales reciclados y aprovechados, está en promedio en unas 357 ton/día que equivale a un 4,9 % del total. Datos bastante similares, pero que igualmente son demasiado bajos con respecto a la cantidad de residuos que siguen sin ningún tipo de control a los procesos posteriores a este.

En Bogotá existen aspectos sobre los cuales existe la necesidad de prestar mayor atención, en cuanto a lo relacionado con el sistema de gestión de residuos sólidos, por ejemplo: la planeación se hace para periodos de 15 años, lo cual no es viable totalmente por las variaciones que se van dando y el alto grado de incertidumbre de los datos que se tienen, sumado a esto, la poca disponibilidad de bases de datos con buena información para la estimación de estrategias para la gestión en la ciudad. En Ciudad de México los planes e inventarios de residuos son actualizados en periodos de tiempo más cortos, de entre 1 y 5 años, el último PGIRS está diseñado para los años de 2016-2020.

El proceso de gestión de Bogotá se hace más lento e ineficiente porque no se cuenta con estaciones de transferencia y el sistema de aseo de la ciudad en su mayoría está concesionado a entidades privadas. A diferencia de esto, en Ciudad de México están contabilizadas en su plan de gestión 13 estaciones de transferencia, las cuales permiten descargar camiones pequeños, y transportar al siguiente proceso en camiones de una mayor capacidad.

Como evidencia del proceso de gestión de residuos sólidos identificado, en la tabla 8 se muestran datos de los puntos comunes del manejo de residuos en ambas ciudades

Tabla 8. Comparación entre Bogotá y la Ciudad de México.

Ítem	Bogotá	Cdmx
Población	7'412.516 Hab	8'918.853 Hab
RSU generados	7.200 ton/día	12.893 ton/día
RSU recuperados	357 ton/día	300 ton/día
Número de rellenos	1(Relleno sanitario Doña Juana)	5(Cuautitlán, Chautla, La cañada, El milagro, Tepetzotlán)
% de MO en los residuos	65,48%	46,95 %
Estaciones de transferencia	No hay existencia	13 estaciones de transferencia
Densidad poblacional	24.643 hab/km ²	12.597 hab/km ²
Extensión territorial	1.636 km	1.495 km ²

Fuente: (DANE, 2018), (INEGI, 2016), (PGIRS, 2015), (SEDEMA, INVENTARIO DE RESIDUOS SÓLIDOS- CDMX 2014, 2015), (VEEDURÍA DISTRITAL, 2018), (SEDEMA, 2016), (Wheeler, 2015)

Actualmente se vienen desarrollando metodologías de predicción de los patrones de comportamiento de la generación de residuos sólidos urbanos. En Bogotá tener estos patrones de comportamiento se traducen en tener más control a la hora de recolectar y poner en práctica el reciclaje. Estos patrones dependen únicamente de lo relacionado a esta ciudad, y con estos se pueden tener previsiones acertadas en cuanto a la correcta gestión de residuos sólidos urbanos (Solano & Orjuela, 2019).

Predecir patrones para planificar también se hace de vital importancia en Ciudad de México, debido a que es una de las ciudades que más produce residuos sólidos en el mundo, además, su población y su industria está en constante crecimiento. Expertos tanto en Ciudad de México como en Bogotá reconocen que la solución que mejores opciones brinda está en prevención de residuos, el reciclaje y programas para desarrollar iniciativas de reciclaje descentralizadas. Se debe tener

en cuenta también la inclusión del sector informal para llevarlo en un futuro a una coordinación con los entes formales del estado (Gutierrez & Coria, 2019).

Bogotá presenta un alto número de recicladores informales los cuales no son reconocidos y no reciben ninguna remuneración por el servicio que se le presta a la ciudad. En los últimos 5 años se ha intentado formalizar este servicio que prestan los recicladores para hacerlo aún más eficiente, convirtiendo esto en una mejora socio ambiental (Bermúdez & Montoya, 2019).

Bogotá tiene un grave problema con la gestión de residuos. Los desechos (residuos que no se logran reciclar) en su totalidad son llevados al relleno Doña Juana. Se estima que los recicladores solo recuperan entre un 3-4 % de residuos valorizables (Bermúdez & Montoya, 2019). Por otro lado, en Ciudad de México casi no se tienen en cuenta los estudios en cuanto a la manipulación

informal de residuos, aun así, se tienen datos de que recicladores informales, negocian estos materiales ya con recicladores formales y/o entidades que valoran de igual manera estos residuos, esto data de la década de los 80 cuando los recicladores vivían dentro de los rellenos sanitarios. La comercialización de recicladores informales con entidades autorizadas es un proceso que se ha venido presentando por décadas. Estos recicladores informales que permanecen por fuera de las estrategias gubernamentales no se encuentran en los censos y bases de datos oficiales. Se debe hacer énfasis en la importancia de introducir otros tratamientos como el compostaje y aprovechamiento térmico controlado ambientalmente, porque por ejemplo la incineración de los residuos es sostenible desde los aspectos ambientales, económicos y sociales, esto aplicaría para los desechos que no se pueden enviar a tratamientos orgánicos y/o de reciclaje (Gutiérrez & Coria, 2019).

En congruencia a las deficiencias mencionadas en el párrafo anterior sobre Bogotá, en Ciudad de México proyectos como estos no se han llevado a cabo de la mejor manera debido a la oposición de la población y también porque en algunos casos las condiciones ambientales, de relieve o hidrográficas no lo permiten, sumado a esto la falta de inversión en este sector y disposición de las personas a pagar por este servicio, ambas ciudades invierten lo que naturalmente pueden costear, y que generalmente no es lo más sostenible. Ciudad de México no tiene los recursos (por falta de pago) para que los usuarios incluyan otros tipos de opciones de gestión, la mayor parte

se destina a la recolección, el transporte y la disposición final (Gutiérrez & Coria, 2019). Consecuentemente se podría argumentar que con las posiciones económicas emergentes de estas dos ciudades capitales se esperaría que no solo tuvieran como última opción los rellenos sanitarios sino que ampliaran este espectro, con miras en tratamiento anaeróbico e incineración con recuperación de energía.

Teniendo en cuenta que las estrategias de reciclaje en estas dos ciudades son básicamente ineficientes actualmente, se hace necesario enviar estos residuos a rellenos sanitarios u otras maneras de gestionar estos residuos. En algunos países se ha optado por una economía circular en busca de un método de minimización de residuos, los rellenos sanitarios quedan de lado, en caso de necesitar el suelo para un relleno, se debe pagar altas cantidades de dinero. En algunos países los mercados verdes están mucho más desarrollados que en países como los que comparamos en este documento, además, en el marco de referencia de economía el sector de la producción requiere de la basta cantidad de residuos que se pueden recuperar. A diferencia de ciudades como Bogotá y Ciudad de México, algunas ciudades en otros países empezaron a presentar múltiples estrategias de reciclaje y se intercambiaron la metodología de relleno sanitario por otras formas de tratamiento de residuos como el aprovechamiento térmico, reciclaje y compostaje, acaparando con esto incluso más del 80% de los residuos generados (Tello & Terraza, 2010).

Economías emergentes como la de América Latina, se apoyan mucho en el uso de

rellenos teniendo en cuenta que es la manera más fácil de deshacerse de los residuos, pero no la más rentable ni ambientalmente recomendada. Sin embargo, los rellenos sanitarios permiten contemplar opciones como el aprovechamiento del Biogás, para los cuales se han creado metodologías que permiten la estimación de la cantidad de Biogás teniendo en cuenta datos iniciales (Urrego & Rodríguez, 2016).

Los rellenos sanitarios deben ser el resultado de una gestión territorial, que esté en función de los planes de ordenamiento de las ciudades, buscando los lugares adecuados para el momento del análisis, y con una visión holística de al menos unos 20 años. En cuanto a Bogotá se tiene la hipótesis de que el relleno Doña Juana no fue consecuencia de una planificación del territorio integral, más bien obedeció a intereses particulares (Quintero Torres, 2016).

En términos de disposición final los residuos que se llevan a rellenos son diferentes y cambian de ciudad a ciudad (Anzola, 2016). Los residuos que llegan a los rellenos obedecen a un modelo con base en las costumbres, situación socioeconómica y demás características propias de un espacio habitado. Aunque las diferencias entre las ciudades están bastante marcadas, los modelos que se pueden aplicar para la gestión de residuos son válidos para ambas, dentro de ciertos rangos. En Ciudad de México se disponen en rellenos sanitarios un aproximado de 8.099 toneladas por día, de residuos sólidos, esto después de haber pasado por estaciones de transferencia y por plantas de selección (SEDEMA, 2016). En cuanto a los residuos dispuestos en la

ciudad de Bogotá no se registra un dato exacto que haya sido contabilizado con respecto a los residuos que ingresan, pero se tiene que aproximadamente el 85 % de los residuos de la ciudad se disponen allí (Veeduría Distrital, 2018).

Tanto en estas dos ciudades como a lo largo de toda América latina se evidencian debilidades en la gestión territorial de residuos sólidos, debido que en muchos casos la responsabilidad de dicha gestión la tienen los gobiernos locales, además se perciben inconsistencias en la ubicación de los rellenos sanitarios en ciudades capitales (por ejemplo las distancias con asentamientos urbanos y/o rurales), aún cuando en estas se han establecido normativas, leyes y lineamientos con referencia al manejo y disposición de residuos (Quintero Torres, 2016). Lo que sí es un hecho, es que los problemas de gestión de residuos, vienen acompañados de problemas de calidad del aire y vertimientos contaminantes. (Rodríguez & Ibarra, 2018). Los factores anteriormente mencionados están relacionados de una u otra forma, por tal motivo no pueden ser vistos desde una perspectiva aislada y/o estática (Di Nola & Escapa, 2018).

Otro aspecto fundamental que no permite que ciudades como estas, que se encuentran en países en desarrollo, tengan una buena gestión, son las deficiencias operativas y de transporte, además, esto implica una gran cantidad de gastos y trae consigo problemas adjuntos. Debido a esto la operatividad y eficiencia de los sistemas de gestión de Bogotá o de Ciudad de México no trabaja de manera correcta en comparación con sistemas más eficientes en otras ciudades,

en los cuales se tienen porcentajes incluso de un 40-50% de separación en la fuente. Esto genera menos gastos al sistema, mayor vida útil de los rellenos sanitarios y además se involucra a la comunidad en todo el proceso de gestión de residuos (Sukholthman & Sharp, 2016).

La gestión de residuos y el reciclaje se constituyen en un recurso valioso para la economía de estas ciudades, esto llevará

a nuevos servicios, nuevos productos y nuevas cadenas de suministro. Además, es de vital importancia la integración de los recicladores informales en los sistemas de gestión formales, teniendo en cuenta que gracias a esto hoy día hay una gran carencia de datos necesarios para aplicar futuras mejoras a los sistemas de gestión (PSIRU, 2017). En la tabla 9 se muestra una recopilación de los procesos existentes en el sistema de gestión de residuos sólidos de cada ciudad en estudio.

Tabla 9. Procesos presentes en cada sistema de gestión

Procesos presentes en cada sistema de gestión		
Ítem	Bogotá	CDMX
Generación de residuos	Si	Si
Separación en el origen	Regular	Regular
Barrido y recolección	Regular	Bueno
Población recicladora	Informal	Formal
Compostaje	Regular	Regular
Estaciones de transferencia	No hay existencia	En existencia
Valorización de los residuos	Buena	Regular
Disposición final en relleno sanitario	Regular	Regular
Aprovechamiento del biogas	Buena	Buena

Fuente: PSIRU, 2017

En general resulta difícil decidir si optar por nuevos planes de gestión en metrópolis como estas, o simplemente conservar los existentes, antes de esto, es conveniente realizar comparaciones como estas que puedan mostrar los sistemas más adecuados. Ahora bien, el Estado también debe garantizar la participación de la ciudadanía para poder tener éxito, buscando siempre la reducción en la generación de residuos. Tanto Bogotá

como Ciudad de México presentan retos y oportunidades para hacer más efectiva su gestión de residuos sólidos (Rondon, 2016).

Conclusiones

Con los resultados del proceso de análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos de las ciudades de Bogotá y Ciudad de México, se ha podido determinar que

existen deficiencias que se presentan frecuentemente en las ciudades de América latina y el caribe, esto hace posible generar una metodología que permite comparar de manera organizada la gestión que se hace, paso a paso, determinando aciertos, desaciertos, los principales desafíos en cada ciudad capital, y como son afrontados.

Metodológicamente se puede demostrar que las comparaciones son correctas y/o adecuadas en la medida que los lugares en cuestión presenten características similares (Población, clima, frecuencia migratoria, elementos políticos, etc.). Para el caso de las dos ciudades comparadas aspectos como el clima, la población y ser ciudades capitales, permite que se puedan comprar directamente. Con el análisis comparativo se pudo determinar que ciudades como Bogotá y Ciudad de México, tienen todo el potencial para incursionar en los mercados del intercambio internacional de residuos, con una inyección de capital para la gestión de esto.

Los principales aciertos encontrados en ambas ciudades son: la nueva implementación de planes basura cero, reciclaje, cobertura de las empresas prestadoras del servicio de aseo, todo con miras en la reducción de la cantidad de residuos depositados en los rellenos sanitarios. El aumento de la separación en el origen, a pesar de ser bajo, es un punto a favor teniendo en cuenta que son residuos que se les da manejo de una mejor manera; el transporte de residuos es regular, pero se identificó que en ambas ciudades cubre la mayor parte de la extensión territorial, lo cual, es un aspecto destacable, debido a que esto contribuye con la reducción

de basureros satélite y/o focos urbanos de depósito ilegal de residuos.

En cuanto a la transferencia de residuos importante nombrar la gestión que se hace en Ciudad de México, recibiendo los residuos de transportes más pequeños y haciendo la transferencia a unos más grandes, aumentando así la eficiencia de la gestión de estos residuos, y permitiendo, además, llevar residuos a plantas de selección para recuperar un porcentaje de estos. En Bogotá, aunque no existen estaciones de transferencia, cuenta con aspectos positivos en cuanto a la cultura del reciclaje, lo cual no está formalizado en su totalidad, pero el porcentaje de recuperación de materiales como por ejemplo cartón o papel es bastante alto.

Los principales desaciertos son en realidad aspectos a mejorar, debido a que la gestión en Bogotá y Ciudad de México ya existe, pero necesita establecer un proceso de mejora continua. Como se mencionó la separación en la fuente necesita ser fomentada de mayor manera, el transporte de residuos necesita ser tecnificado y renovado en Ciudad de México, e implementado de mejor manera en Bogotá, debido a que las mismas unidades que recolectan transportan a los rellenos (para el caso de Bogotá), lo cual hace que los procesos sean más lentos. Además, el porcentaje de alianzas económicas y comercialización de residuos es casi nulo, o al menos la información bibliográfica disponible es escasa. Países como México y Colombia, no han invertido lo suficiente en la obtención de información y recolección de datos en cuanto a la generación, recolección, transporte y disposición, lo que hace que en algunos casos la gestión se haga sin

bases reales, pero igualmente, teniendo en cuenta los aciertos y desaciertos, se puede implementar una mejor gestión.

Los desafíos encontrados tienen la posibilidad de ser ejecutados, desde la separación en la fuente, que puede ser potenciada y/o ejecutada de una mejor manera, transporte y separación, e incluso también en cuanto a promover la reducción de los residuos antes de que lleguen a los rellenos sanitarios.

Referencias

- Altamirano, C. (2016). La Ciudad de México no sabe qué hacer con su basura. El país.
- Anzola, D. (2016). Estudio del manejo de residuos sólidos en el relleno sanitario Doña Juana con el fin de delinear un borrador de propuesta para el manejo integral de residuos sólidos en la ciudad de Bogotá d.c. Bogotá D.c: universidad colegio mayor de nuestra señora del rosario.
- Armijo, C. & Ojeda, S. (2018). Waste management system in Mexico: history, state of the art and trends. Tijuana, México: UABC.
- Bermudez, J., & Montoya, A. (2019). Assessment of the Current Situation of Informal Recyclers and Recycling: Case Study Bogotá. Sustainability, 1-6.
- Ciudad limpia. (2018). Barrido y recolección de residuos en la ciudad de Bogotá. Bogotá.
- DANE. (2018). Proyecciones de Población 2018-2020, total departamental por área Proyecciones de población 2018-2020. República de Colombia: Departamento administrativo nacional de estadística.
- Das, S., & Kumar, P. (2019). Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. Cleaner Production, 1-9.
- Di Nola, M., & Escapa, M. (2018). Modelling solid waste management solutions: The case of Campania, Italy. Waste Management, 2-3.
- Espinoza, M. (2011). Análisis a la gestión integral y al manejo de residuos sólidos, una propuesta que apunta al desarrollo sostenible. Bogotá.
- GIZ. (2017). Opciones para el aprovechamiento. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 10.
- Guerrero, L., & Hogland, W. (2012). Solid waste management challenges for cities in developing countries. Waste management, 222.
- Gutierrez, F., & Coria, A. (2019). A Study and Factor Identification of Municipal Solid Waste Management in Mexico City. Sustainability, 3-7.
- Hoornweg, D. (2012). Managing municipal solid waste in Latin America and the Caribbean. Grid Lines, 6.
- INEGI. (2016). Encuesta intercensal 2015. Ciudad de México: Instituto nacional de estadística, geografía e informática.

- LGPGIR. (08 de Octubre de 2003). Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. México: Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos.
- Margallo , M. (2019). Enhancing waste management strategies in Latin America under a holistic environmental assessment perspective: A review for policy support. *Science of the Total Environment*. Vol 689. 3-4.
- Marin, A. (2017). Al relleno llega un verdadero tesoro. el espectador.
- Medina, E. (2020). Alcaldía de Bogotá. Obtenido de <https://Bogotá.gov.co/mi-ciudad/turismo/informacion-de-Bogotá-en-2020>
- Mora, J. (2004). El problema de la basura en la ciudad de México. Ciudad de México: Fundación de estudios urbanos y metropolitanos.
- Padilla, A., & Trujillo, J. (2017). Waste disposal and households' heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. *Waste management*, 1-2.
- PGIRS. (2015). Plan de gestión integral de residuos sólidos, Bogotá se orienta hacia el aprovechamiento total de sus residuos. Bogotá DC: UAESP.
- Pires, A. (2010). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis. *Waste management*, 1036.
- PSIRU. (2017). Los servicios de gestión de residuos sólidos municipales en América Latina. Londres, Reino Unido.: Public Services International Research Unit.
- Quintero Torres, D. (2016). The Role of Territorial Management in Landfill Site. Case Study: "Doña Juana" Landfill, Bogotá, Colombia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)– Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1-5.
- Rodriguez , J., & Ibarra, D. (2018). Model for the dynamic management assessment of ordinary waste in Bogotá and its influence on the urban environmental quality index. *riia- Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 2.
- Rodriguez, S. (2011). Residuos Sólidos en Colombia: Su manejo es un compromiso de todos. Tunja: Universidad Santo Tomás.
- Rondon, E. (2016). Guia general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Chile: Cepal-Naciones Unidas.
- Seadon, J. (2010). Sustainable waste management systems. *Waste management*, 1644.
- SEDEMA. (2015). Inventario de residuos sólidos- CDMX 2014. Ciudad de México.
- SEDEMA. (2016). Ciudad de México: Programa de gestión integral de residuos sólidos.
- SEDEMA. (2019). Secretaria del Medio Ambiente. Obtenido de <https://>

- sedema.cdmx.gob.mx/programas/
programa/residuos-solidos
- Semana Sostenible. (10 de Octubre de 2017). Bogotá es una de las ciudades que peor maneja su basura. Obtenido de <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/Bogotá-es-la-ciudad-que-peor-maneja-su-basura-en-el-pais/38775>
- Solano, J., & Orjuela, D. (2019). Predictive analysis of urban waste generation for the city of Bogotá, Colombia, through the implementation of decision trees-based machine learning, support vector machines and artificial neural networks. *Heilyon*, 1-3.
- Sukholthman, P., & Sharp, A. (2016). A system dynamics model to evaluate effects of source separation of municipal solid waste management: A case of Bangkok, Thailand. *Waste management*, 2-4.
- Superservicios, (2017). Informe nacional de aprovechamiento de residuos 2016, Bogotá, Colombia: Departamento nacional de planeación.
- Tello , P., & Terraza, H. (2010). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos en América latina y el Caribe. Organización Panamericana de la Salud.
- UNED, (2016). Los residuos urbanos y su problemática. Obtenido de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.: <https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm>
- Urrego, E., & Rodríguez, J. (2016). Application of methodologies EPA, Mexican and IPCC for estimating biogas, a case study of the sanitary landfill Doña Juana, Bogotá–Colombia. *SCIELO*, 1-2.
- Veeduría distrital. (2018). Diagnóstico del modelo de aseo en Bogotá: el. Bogotá D.C: nuevo PGIRS.
- Wheeler , S. (2015). Built Landscapes of Metropolitan Regions: An International Typology. *California : Journal of the American Planning Association*,.